

ISSN 0044-3948

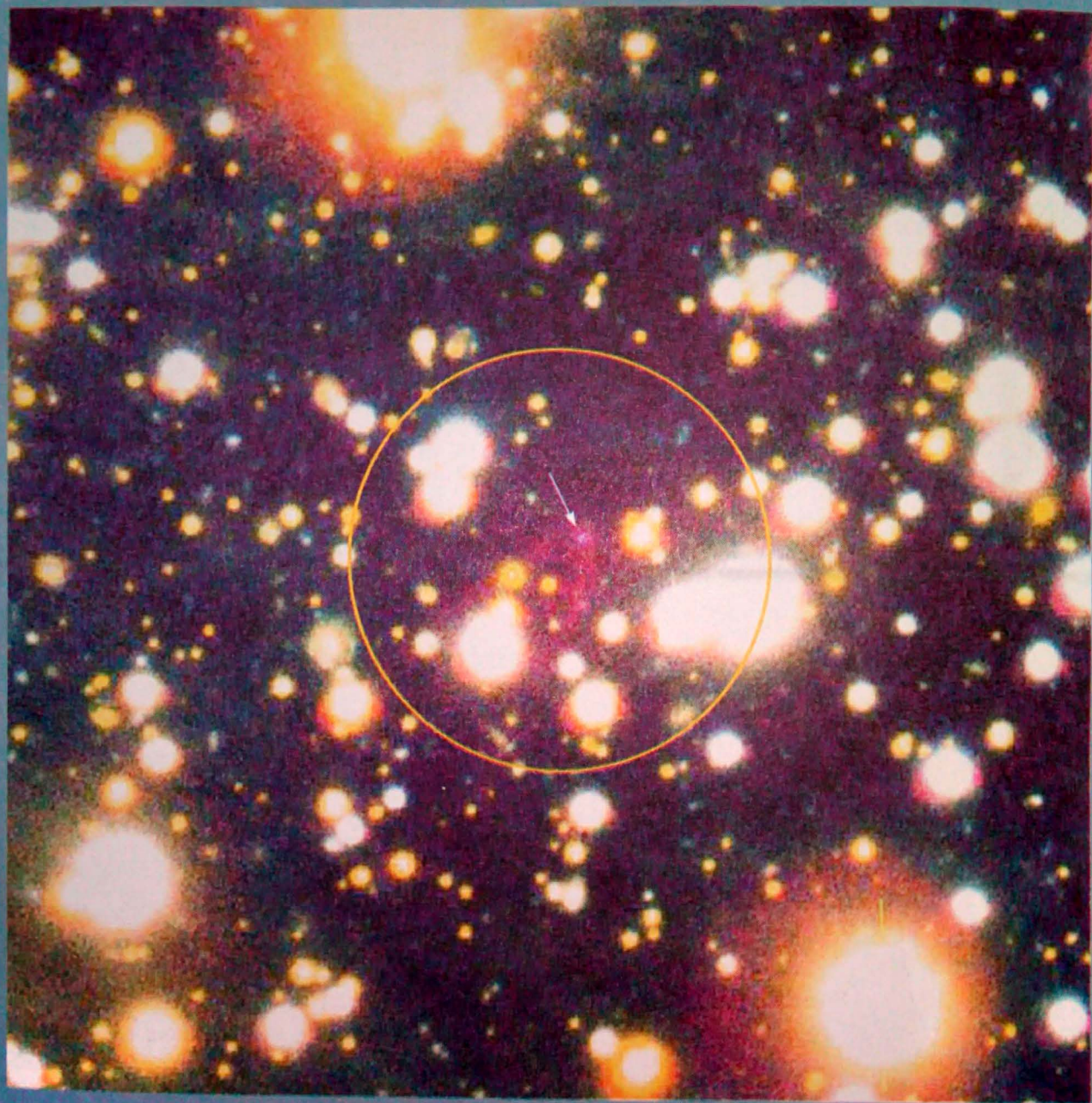
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАЙ — ИЮНЬ

3/2003

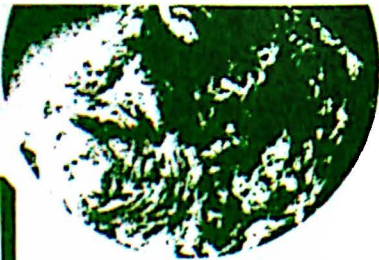




Научно-популярный журнал
Российской академии наук и
Астрономо-геодезического
общества
Издается с января
1965 года
Выходит 6 раз в год
Академиздатцентр
"Наука"
Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

3/2003



Новости науки и другая информация: Солнце в декабре 2002 г. – январе 2003 г. [15]; Магнитные поля – создатели сложных форм туманностей [20]; Древний океан на Марсе [31]; Поляризация реликтового излучения [32]; Умолк "Пионер-10" [41]; Уникальный магнитный объект [47]; Уточнены размеры Тефии [53]; Астероид на земной орбите [64]; Спектр нейтронной звезды [64]; Ученые подошли вплотную к "темным векам" [67]; Обратное вращение спиральной галактики [75]; Новые пособия по астрономии [81]; Австралия – чемпион по запасам урана [87]; Планета в двойной звезде [99]; Всемирная сейсмическая сеть [106]; Черная дыра в центре Галактики [110]

В номере:

- 3 ВЕСЕЛОВСКИЙ И.С. Изучение Солнца с обсерватории "SOHO"
17 ГОРШЕЧНИКОВ М.В. Леониды в 2002 году
21 ГРУЗА Г.В., РАНЬКОВА Э.Я. Потепление неотвратимо?
33 БУРНХЭМ Р. Исследуя малые небесные тела

ЛЮДИ НАУКИ

- 42 МИЛЬХИКЕР М.А. Гавриил Адрианович Тихов
48 ГРИБКО Л.П. Константин Алексеевич Куликов

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 54 ИЛЯСОВ Ю.П. Российская конференция "Радиотелескопы РТ-2002"
60 АПАНИЧЕВА М.Д., ВОСКРЕСЕНСКАЯ Е.Н. Под девизом "Ренессанс географии"

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- 65 КАЗЮТИНСКИЙ В.В. Нужна ли сегодня философия?

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 68 ЛЕВИТАН Е.П. Размышление о судьбе и насущных проблемах школьной астрономии

АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 76 ГУЛЮТИН Д.А. Летняя школа в Приэльбрусье

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 82 ВЛАДИМИРСКИЙ Б.М. "Космическая погода" и социальные явления

ПРОБЛЕМЫ SETI

- 88 ПАНОВ А.Д. Галактический "сверхразум" и программа SETI

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 94 Небесный календарь: июль–август 2003 г.

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 100 БЕКАШЕВ Р.Х. Необычный телескоп Пулковской обсерватории

ГРОЗНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ

- 103 МАРКИН В.А., СИЛКИН Б.И. Очередное пробуждение Этноы

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 107 КОЗЕНКО А.В. У истоков российской сейсмологии



Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe): Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: Туманность Вуаль в созвездии Лебедя (Петля в Лебеде), оставшаяся от звезды, которая тысячи лет назад вспыхнула как сверхновая. Остаток сверхновой находится от нас на расстоянии 1400 св. лет. Яркое волокно справа – туманность Ведьмина Метла. Фото ESO.

На стр. 2 обложки: Одиночная нейтронная звезда RX J1856–3754 образовалась в результате коллапса ядра взорвавшейся звезды. Эта ближайшая из известных нейтронных звезд, находящаяся от нас на расстоянии 180 св. лет, движется со скоростью 200 км/с. Масса звезды больше солнечной, а размер – всего лишь 20 км, температура – около 7×10^5 К. Звезда окружена конусообразной туманностью. Слабая голубая точка рядом с верхушкой конуса, отмеченная стрелкой, – нейтронная звезда. Фото ESO.

На стр. 3 обложки: Метеоры потока Леонид. 19 ноября 2002 г. Фото Х.К. Касадо и И. Грабеледа (Северная Испания), камера Leica с объективом "рыбий глаз". Применен метод наложения 30 экспозиций, выполненных в течение нескольких минут. На оригинальном снимке видно более 70 треков метеоров, справа от центра – яркий Юпитер (к ст. М.В. Горшечникова).

На стр. 4 обложки: Выбросы пепла из кратера вулкана Этна во время извержения в октябре 2002 г. Снимок получен ИСЗ "Terra" 29 октября 2002 г. Фото NASA (к ст. В.А. Маркина).

In this issue:

- 3 VESELOVSKIY I. S. Solar studies from Observatory "SOHO"
- 17 GORSHECHNIKOV M. V. Leonids in 2002
- 21 GRUZA G. V., RANKOVA E. J. Global Warming is Inevitable?
- 33 BURNHAM R. Taking the Measure of Microworlds

PEOPLE OF SCIENCE

- 42 MILHICKER M. A. Gavreel Adrianovich Tichov
- 48 GRIBCO L. P. Konstantin Alexsejevich Kulikov

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 54 ILYASOV Ju. P. Russian Conference "Radiotelescopes RT-2002"
- 60 ANANICHEVA M. D., VOSCRESENSKAYA E. N. Under the Motto "Renaissance of Geography"

PHILOSOPHIC PROBLEMS

- 65 KAZJUTINSKIY V. V. Do We Need Philosophy Today?

ASTRONOMIC EDUCATION

- 68 LEVITAN E. P. Thoughts of Destiny and Vital Problems of School Astronomy

AEROCOSMIC EDUCATION

- 76 GULJUTIN D. A. Summer School Near Elbrus

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 82 VLADIMIRSKIY B. M. "Cosmic Weather" and Social Phenomena

SETI PROBLEMS

- 88 PANOV A. D. Galactic "Superintellect" and SETI Programme

AMATEUR ASTRONOMY

- 94 Celestial Calendar: July – August 2003

AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 100 BECKYASHEV R. H. Unusual Telescope of Pulkov Observatory

THREATENING NATURAL PHENOMENA

- 103 MARKIN V. A., SILKIN B. I. Next Awakening of Etna

BOOKS ON EARTH AND SKY

- 107 KOZENCO A. V. At the Origin of Russian Seismology

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,

доктор физ.-мат. наук Л.В. ЗЕЛЕНый,

доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,

доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,

член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,

член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,

доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,

доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,

доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ,

доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ,

академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК,

доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Изучение Солнца с обсерватории “SOHO”

И.С. ВЕСЕЛОВСКИЙ,
доктор физико-математических наук
Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д. В. Скобельцына МГУ

Солнечная и гелиосферная обсерватория “SOHO” (SOlar and Heliospheric Observatory, запуск 2 декабря 1995 г.) выведена 14 февраля 1996 г. на гало-орбиту (вращение около определенного места в пространстве) вокруг точки Лагранжа L1. Эта точка находится примерно в 1.5 млн. км от Земли в сторону Солнца и замечательна тем, что сила земного притяжения здесь равна силе солнечного. Такое расположение, удобное для длительных и непрерывных наблюдений за процессами на Солнце, впервые реализовано в данном международном проекте ESA–NASA (Земля и Вселенная, 1997, № 2). Напомним, что на борту КА работают 12 научных приборов для исследований недр Солнца, дистанционного зондирования солнечной атмосферы и гелио-



сферы, измерения свойств солнечного ветра и энергичных частиц. Автор, научные интересы которого – физика космической плазмы, рассказывает о наиболее значительных достижениях обсерватории “SOHO” за первые несколько лет ее работы.

ВАЖНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На солнечной обсерватории “SOHO” уже получена обширная научная информация, продолжают поступать новые сведения о недрах Солнца, его горячей и динамичной атмосфере, солнечном ветре и



Солнечная и гелиосферная обсерватория "SOHO" Рисунок ESA.

его взаимодействию с межзвездной средой. Более 1500 ученых работают с этими материалами. Опубликовано около 1100 научных и научно-популярных статей, сделано более 1500 научных докладов. Однако глубокие, обобщающие обзоры и книги еще не написаны. Идет лихорадочная погоня за новыми фактами и данными, которые, впрочем, не всегда могут быть должным образом осознаны и проанализированы. В Интернете на странице <http://sohowww.nascom.nasa.gov> можно найти подробную информацию о проекте "SOHO" и его технических деталях, узнать научные результаты, заглянуть в архивы и ознакомиться с самыми свежими публикациями. Каждый желающий может также увидеть то, что происходит на Солнце и в гелиосфере (область пространства, где потоки солнечного ветра преобладают над межзвездной средой) в реальном времени. Это поистине захватываю-

щее зрелище для многих интереснее любого детектива.

Обсерватория имеет гибкое управление. Планируемые наблюдения ведутся по программам, выбранным исследователем. В ходе работы используются специальные режимы, например для максимального получения снимков или даже маневра КА. Обычно же телескопические изображения Солнца получают "в патрульном режиме" примерно каждые 12 мин в нескольких спектральных интервалах с высоким пространственным разрешением. Таким образом, за сутки обсерватория делает сотни высококачественных снимков.

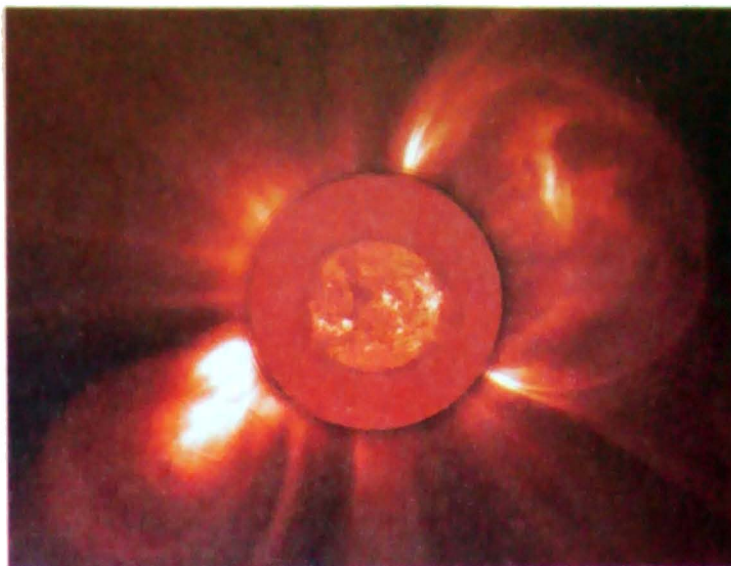
Передача информации о быстропеременных процессах сдерживается инструментальными ограничениями и, в гораздо большей степени, пропускной способностью каналов радиосвязи с Землей. К настоящему времени, наряду с регулярными наблюдениями из космоса, про-

ведено около тысячи скоординированных кампаний с использованием также наземных обсерваторий, ракетных запусков для калибровки приборов и научных спутников, в числе которых "YONKOH", "TRACE", "RHESSI" (Земля и Вселенная, 2003, № 1). Патрульные наблюдения позволяют своевременно узнавать о бурных процессах на Солнце. Подобное предупреждение означает, что часть приборов на "SOHO" и других спутниках надо будет выключить или перевести в иной режим работы, чтобы защитить их от космической радиации, усиливающейся в это время во многие сотни и тысячи раз. Обсерватория, помимо своего основного назначения, помогает следить за **"космической погодой"** (Земля и Вселенная, 1999, № 5; 2000, № 3). Это экономит огромные средства, затрачиваемые на дублирование дорогостоящих систем космической связи и делает их более надежными на случай выхода из строя электронной аппаратуры вследствие усиленной космической радиации.

ПРОЦЕССЫ НА СОЛНЦЕ

В начале 1970-х гг., когда американский астронавт Э. Гибсон готовился к полету на орбитальной космической лаборато-

Два корональных выброса массы, направленные в противоположные стороны и наблюдавшиеся одновременно 8 ноября 2000 г. коронографом LASCO C2 в белом свете за пределами двух солнечных радиусов. На снимке показано и изображение Солнца, полученное в это же время телескопом SOHO/EIT в линии 30.4 нм. Корональные выбросы массы — особенно частое явление в годы высокой солнечной активности. Фото ESA и NASA.

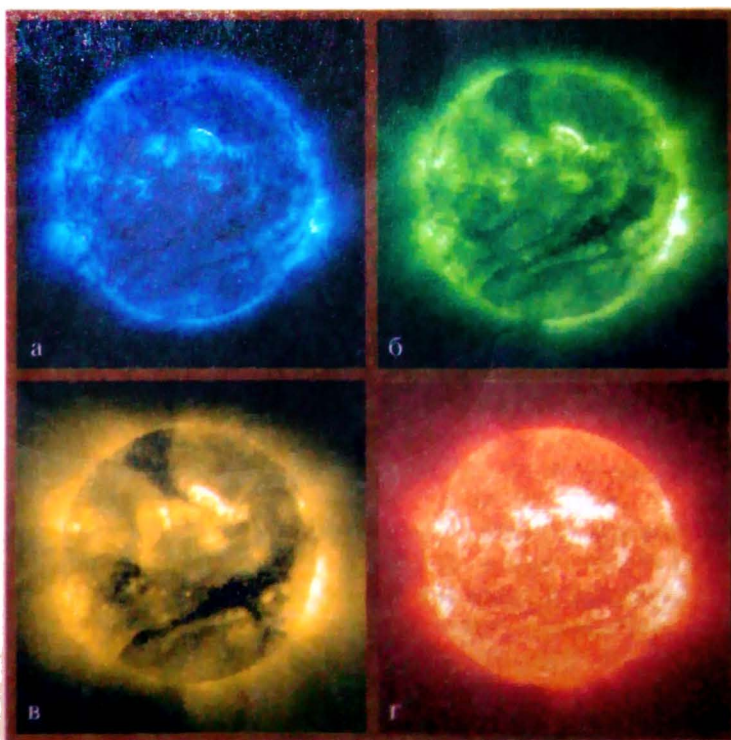


рии “Skylab” в качестве астронома — наблюдателя Солнца, он написал книгу “Спокойное Солнце”, в которой в доходчивой форме изложил основные представления по физике Солнца. “Спокойное Солнце” — идеализированный объект, служащий отправной точкой для изучения всех солнечных явлений. Наиболее важным результатом, полученным тогда при наблюдении рентгеновских изображений Солнца из космоса, стали новое открытие известного ранее явления — “**корональных дыр**” (темные участки в короне) и отождествление их с источниками квазистационарных потоков высокоскоростного солнечного ветра. Сейчас

мы знаем, что солнечная корона очень неоднородна, нестационарна, термодинамически и механически неравновесна. В ней всегда есть механические движения и электрические токи — источники свободной энергии для ее разогрева

до наблюдаемых температур — порядка $1-2 \times 10^6$ К. По той же причине внешние, горячие участки солнечной короны не удерживаются силой тяготения, а постоянно удаляются от светила со сверхзвуковой и сверхальвеновской ско-

Изображения Солнца, полученные 25 октября 2002 г. телескопом EIT в спектральных линиях волн: а) 17.1 нм (19 ч 00 мин по Гринвичу); б) 19.5 нм (19 ч 13 мин); в) 28.4 нм (19 ч 05 мин) и г) 30.4 нм (22 ч 15 мин). Эти изображения позволяют определить физические параметры верхней атмосферы Солнца и детально исследовать пространственно-временную структуру и динамику солнечной короны. Фото ESA и NASA.



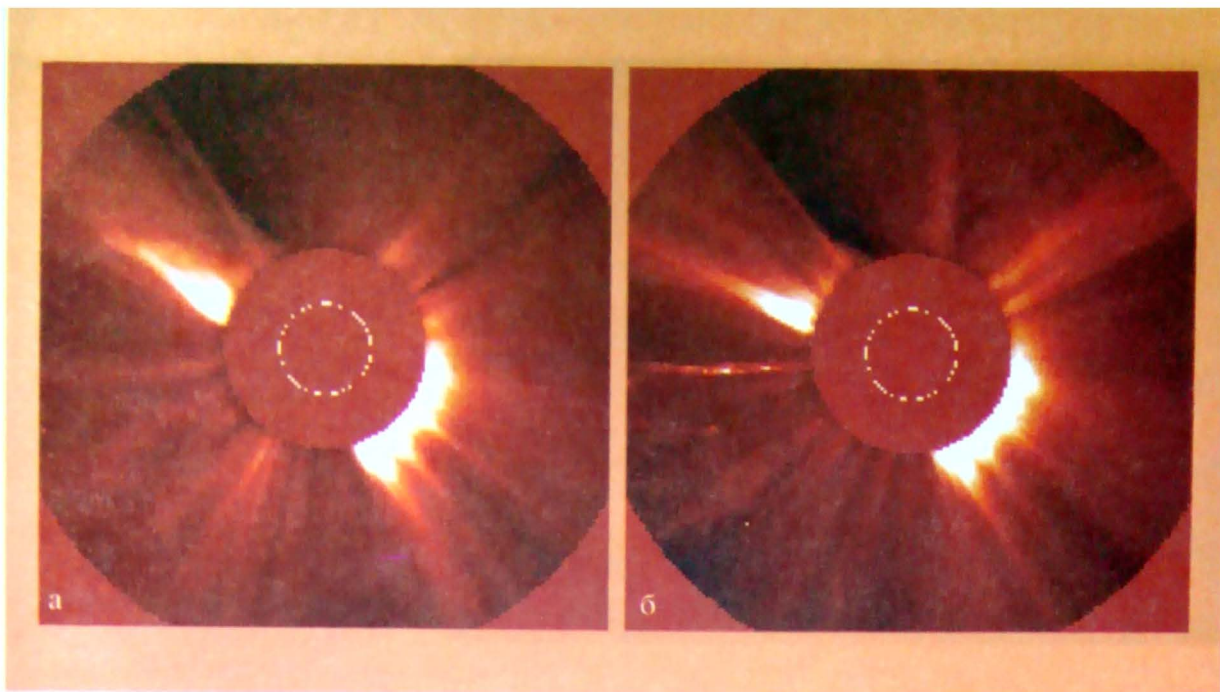


Магнитограмма Солнца, полученная 25 октября 2002 г. в 00ч 00 мин по Гринвичу магнитографом MDI. Шкала потемнений на диске отвечает магнитному полю южной полярности (магнитное поле там направлено к Солнцу) в светлых участках и северной полярности (магнитное поле направлено от Солнца) в темных участках. Динамический диапазон прибора – до 250 Гс. В Северном полушарии Солнца хорошо видны довольно крупные биполярные группы активных областей. Солнце вращается слева направо, белые участки – ведущие, а темные – ведомые. Магнитные поля управляют структурой короны (сравните с ее изображениями, полученными инструментом EIT). Фото ESA и NASA.

ростью – образуется солнечный ветер, направленный от Солнца наружу. Участки солнечной короны с **открытой геометрией магнитного поля** – те самые корональные дыры – слабо светятся в рентгеновских лучах из-за низкой плотности плазмы в них, но отдают свою энергию наружу в основном в виде потоков солнечного ветра. Участки же короны с **замкнутыми** (петельными и арочными) структурами поля удерживают в себе более плотную плазму. Основная диссипируемая здесь энергия отводится вниз в виде тепловых потоков, вверх – в виде электромагнитного излучения в крайнем ультрафиолето-

вом и рентгеновском диапазонах. Лишь временами из-за перегрева или магнитогидродинамической неустойчивости вещество во время эруптивных вспышек и корональных выбросов массы вырывается наружу с огромными скоростями – до 1 тыс. км/с и более. Возникновение того или иного явления зависит в основном от высоты места, где протекают наиболее мощные электрические токи и выделяется тепловая и механическая энергия, приводящая к нагреву и ускорению частиц как в магнитогидродинамическом, так и в кинетическом режимах. Импульсные и быстрые вспышки (в течение минут) обычно происходят в более плот-

ных слоях атмосферы, а длительные (часами) корональные выбросы массы – выше, где плазмы меньше. Качественное различие между этими процессами поддается количественному разграничению, если ввести безразмерный параметр – отношение потерь энергии в виде излучения и солнечного ветра. В корональных дырах и выбросах массы это отношение мало, а в активных областях и вспышках – велико. Большинство же наблюдаемых динамических процессов принадлежит к промежуточному типу выделения энергии, к промежуточной топологии магнитного поля. Энергия и магнитное поле перемежаются во времени и пространстве между замкнутой и открытой конфигурацией. Никакой причинно-следственной связи между вспышками и корональными выбросами массы не существ-



Солнечная корона, сфотографированная коронографом LASCO C2 в белом свете 25 октября 2002 г. в 11 ч 26 мин (а) и в 21 ч 26 мин (б) по Гринвичу. Этот свет пришел из фотосферы и был рассеян электронами в короне. Сравнение изображений дает возможность исследовать распределение плотности ионизованного газа и его динамику в короне Солнца на расстояниях от 2 до 4 солнечных радиусов (диск закрыт, а его размер показан внутренним кружком). Сила тяжести еще сильно сдерживает скорость истечения потоков плазмы от Солнца в хорошо различимых лучевых структурах. Фото ESA и NASA.

вует. Это два проявления единого по своей физической сути диссипативного процесса.

ПРОБЛЕМЫ В РАБОТЕ "SOHO"

В техническом состоянии "SOHO" отмечались сбои, к счастью не катастрофические. Очень тре-

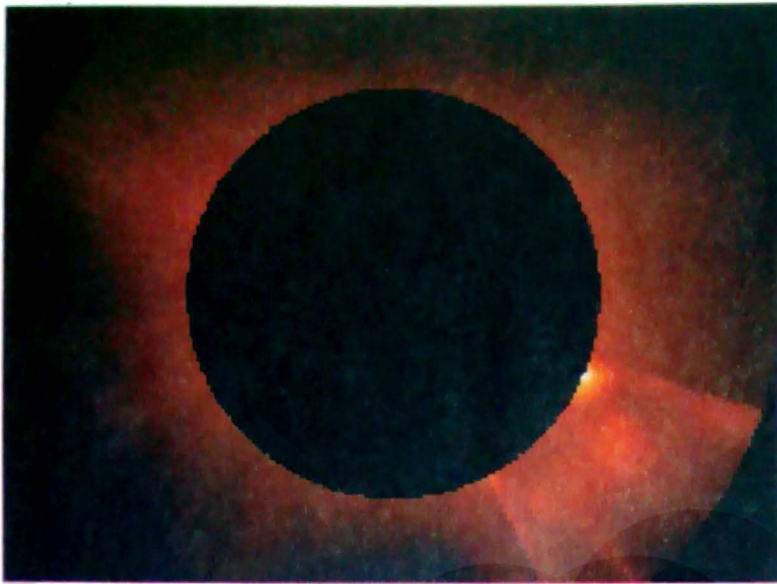
ажное событие произошло 25 июля 1998 г., когда вследствие ряда допущенных технических ошибок были даны команды для разворота платформы, приведшие к потере связи, невозможности управления и правильной ориентации на Солнце. Крайне опасную ситуацию исправили к ноябрю 1998 г., выждав, пока космический аппарат постепенно повернется к Солнцу панелями для снабжения электроэнергией. Большинство приборов сохранили работоспособность. Однако 21 декабря 1998 г. вышел из строя единственный оставшийся в рабочем состоянии гироскоп, необходимый для поддержания стабильной трехосной ориентации. После серии маневров аппарат перешел 1 февраля 1999 г. в режим принудительного поддержания трехосной стабилизации благодаря

использованию специальной программы включения небольших корректирующих двигателей. Запасов топлива для такого режима работы, по-видимому, должно хватить больше чем на 10 лет, а точность поддержания стабильной ориентации оказалась даже значительно выше, чем в прежнем режиме (с гироскопами). Первоначально установленный срок работы обсерватории продлен до марта 2003 г., а по недавно принятому решению – до марта 2007 г.

Остановимся на наиболее важных научных достижениях в работе солнечной и гелиосферной обсерватории, о которых кратко уже говорилось.

СВЕТИМОСТЬ СОЛНЦА

По существу, лишь сейчас происходит формирование нового взгляда на



Изображение солнечной короны в эмиссии самой сильной спектральной линии главного элемента на Солнце – водорода (линия серии Лайман-альфа), полученное коронографом-спектрографом UVCS 25 октября 2002 г. (05 ч 36 мин по Гринвичу). Сравните с видом и формой короны, наблюдаемой коронографом LASCO C2 в белом свете (снимок на стр. 7). В этом различии заключена богатая физическая информация, которая еще не до конца расшифрована. Фото ESA и NASA.

Солнце, его недра, атмосферу и более далекое окружение, вплоть до межзвездной среды – гелиосферы. Основные научные вопросы, поставленные при обосновании проекта "SOHO", сформулированы его создателями в 1980-х гг. Каковы структура и динамика недр Солнца? Почему существует корона Солнца, и как она нагревается? Где и как ускоряется солнечный ветер? Эти три основных вопроса возникли в результате длительной предыстории исследований Солнца и гелиосферы. Сегодня можно услышать, что «"SOHO" революционизировало наши представления о Солнце» или «"SOHO" видит новое Солнце».

В максимуме активности Солнце светит ярче во всех участках излучения от радио- до рентгеновского диапазона (Земля и Вселенная, 1983, № 4). Прибор VIRGO с высокой точностью измеряет полное сол-

нечное излучение и его распределение по спектру. В области крайнего ультрафиолета работает аппаратура CELIAS/SEM и CDS. Телескоп EIT получает изображения Солнца в четырех узких спектральных участках данного диапазона. Ультрафиолетовое излучение Солнца, поглощаемое верхней атмосферой Земли, приводит к сильным изменениям ее температуры, плотности, состава ионов и ветров на больших высотах. Ученые склонны думать, что это один из важных ключей к пониманию и климатических изменений на Земле, поэтому подобные долговременные наблюдения необходимы.

Полная мощность электромагнитного излучения Солнца на орбите Земли (**солнечная постоянная**) составляет в среднем около 1366 Вт/м^2 (Земля и Вселенная, 2002, № 6). Его основная энергия, сосредоточенная в видимой и инфракрасной области спектра, поступает к нам

непосредственно из фотосферы. Это излучение почти наполовину рассеивается и поглощается в атмосфере Земли. Длительные наблюдения из космоса показали, что солнечная постоянная не такая уж стабильная величина. В максимуме цикла она больше, чем в минимуме, на 0.1%. Имеется ряд косвенных указаний на то, что еще более значительные изменения возможны от одного одиннадцатилетнего цикла к другому. Физическая причина всех этих изменений неизвестна.

Ультрафиолетовое и рентгеновское излучение Солнца меняется в ходе цикла гораздо сильнее – на десятки и сотни процентов, в зависимости от спектрального интервала. Благодаря высокой пространственной, спектральной и временной разрешающей способности приборов "SOHO" накоплен ценнейший материал об интегральном и парциальном излучении всего диска, лимба и отдельных их элементов. Сейчас продолжается об-

работка данных, получаемых телескопом EIT в четырех линиях крайнего ультрафиолетового излучения, отвечающих условиям их возбуждения в хромосфере и короне при температурах от нескольких десятков тысяч до $1.5\text{--}2 \times 10^6$ K, спектрометром CDS для корональной диагностики, а также спектрорадиометром SUMER.

Оказывается, что солнечная постоянная немного варьируется даже в течение одного оборота Солнца, длящегося около 25 сут. Прохождение в течение суток достаточно крупного пятна или группы пятен через центральный меридиан светила сопровождается относительно небольшим, но резким понижением светимости — примерно на 0.1%. Перед этим понижением и сразу после него, как правило, следует несколько более длительное возрастание светимости, обусловленное факельными полями в активных областях вокруг пятна. Факельные поля соседствуют с пятнами и больше их по площади. В результате возникает довольно сложная и нерегулярная модуляция солнечного излучения в течение одного оборота Солнца, причем суммарный вклад факельных полей и грануляционной сетки вокруг них, по-видимому, несколько преобладает над вкладом пятен. Парадоксально, но факт: об излучении Солнца в видимом свете мы знаем меньше, чем об излучении в линиях крайнего ультрафиолетового диапазона.

Дело в том, что солнечный телескоп EIT позволил "разглядеть" и исследовать с высокой точностью в течение целого ряда лет все мельчайшие детали на изображениях Солнца, которые умещаются на матрице размером 1024×1024 пикселей (одна элементарная ячейка изображения). Ничего подобного в видимом и инфракрасном диапазоне до сих пор сделано не было, и это остается одной из важных и трудных задач. Подчеркнем, что речь идет о долговременных и точных наблюдениях из космоса, неотягченных влиянием атмосферных помех.

НЕДРА СОЛНЦА

В настоящее время наука не располагает способами проведения непосредственных измерений в крайне горячих недрах Солнца. Поэтому все сведения о них остаются косвенными, т.к. связаны с моделями внутреннего строения Солнца. Сейчас большинство исследователей опирается в своем поиске на **"стандартную модель Солнца"**, сформировавшуюся в середине XX в. В ее основе лежит представление о Солнце как о сферически симметричном теле с известным составом, светимостью, массой и радиусом, в центре которого идут постоянные термоядерные реакции с большим выделением энергии. Предполагается, что внутренние слои, где перенос энергии осуществляется в основном излучением фотонов, нахо-

дятся в гидростатическом равновесии, а во внешних слоях происходит конвективное перемешивание на определенной постоянной глубине. Напомним, что, согласно этой модели, температура поверхности Солнца составляет 5780 K, а в центре она выше 15×10^6 K. Средняя плотность солнечного вещества равна 1.4 г/см^3 . Плотность увеличивается к центру примерно до 160 г/см^3 . Около $3/4$ всей массы Солнца приходится на водород, порядка $1/4$ — на гелий. Остальные элементы в отдельности составляют лишь малые доли процента. Модель постоянно совершенствуется. Однако вопрос о точности стандартной модели не так прост и является дискуссионным.

Используя стандартную модель, можно вычислить распределение основных физических параметров, таких как температура, плотность, давление, а по ним определить темп ядерных превращений и количество возникающих нейтрино. Нейтрино уносят от Солнца энергию, сравнимую с той, что несет свет. Как известно, нейтрино слабо взаимодействуют с веществом. Их очень трудно даже зарегистрировать, не говоря уже о детальном исследовании, так что свойства этих частиц далеко не изучены. Измерения потока нейтрино от Солнца поначалу казались прямым способом проверки стандартной модели Солнца. Известно, что нейтрино быстро (за 8 мин) прилетают к Земле непосредственно из

“ядерного котла” и несут информацию о процессах в солнечном ядре, где они родились. Первые же измерения потока нейтрино, выполненные в 1967 г. Р. Дэвисом (Южная Дакота, США), показали их дефицит по сравнению с расчетными значениями. Этот принципиально важный и обескураживающий результат неоднократно подтверждали наблюдения на различных установках в течение последующих десятков лет. Тем временем стало совершенно ясно, что первоначальное представление о сохранности и неизменности свойств потока рожденных нейтрино было слишком наивным и, строго говоря, неверным. По пути от места рождения до Земли они действительно могут частично превратиться в ранее неизвестные разновидности, которые не регистрируются установками, поэтому ускользают от наблюдателя. Так решается в наши дни “проблема дефицита солнечных нейтрино” (Земля и Вселенная, 2002, № 4). Насколько это решение правильное, покажут будущие исследования Солнца и свойств нейтрино.

Обсерватория “SOHO” не может измерить поток нейтрино, но помогает больше узнать о строении недр Солнца другими способами, и в первую очередь – методами гелиосейсмологии.

ГЕЛИОСЕЙСМОЛОГИЯ

Солнце – огромный шар с радиусом около 700 тыс. км, он слегка колеблется и

пульсирует. Исследуя частотные спектры, амплитуды, фазы, форму и другие характеристики этих колебаний, можно косвенно определить многие его внутренние свойства – подобно тому, как сейсмологи изучают недра Земли. По аналогии этот метод назвали “гелиосейсмология” (Земля и Вселенная, 1983, № 3; 1992, № 2). Гелиосейсмология зародилась всего лет тридцать-сорок назад, когда в начале 60-х гг. XX в. были открыты пятиминутные колебания в фотосфере, поначалу казавшиеся совершенно беспорядочными и случайными и лишь спустя несколько лет получившие правильное объяснение как собственные акустические колебания, захваченные во внешних слоях неоднородно нагретого шара с температурой, растущей к центру. Сейчас это обширная и стремительно развивающаяся область знаний со своим арсеналом экспериментальных и теоретических методов исследования. Кроме “солнечников” и математиков ею увлеченно занимаются геофизики. Изучая слабо затухающие собственные и вынужденные колебания, важно иметь непрерывные ряды данных. Для изучения коротких импульсных откликов необходимо хорошее временное разрешение приборов. Поскольку речь идет о слабых сигналах, нужны достаточно высокая чувствительность измерений и выполнение ряда условий. Удовлетворить всем требованиям наземным

обсерваториям довольно трудно, хотя наблюдения с Земли имеют и свои неоспоримые преимущества.

На обсерватории “SOHO” гелиосейсмологические наблюдения проводятся при помощи специального интерферометра MDI, который измеряет магнитные поля и скорости движения на поверхности Солнца путем спектроскопических наблюдений эффектов Зеемана и Доплера. Используемая приемная матрица размером 1024×1024 пикселей позволяет проследивать акустические моды вплоть до высоких порядков – $l < 120$. Собственные колебания шара характеризует набор трех чисел (n, l, m), задающих число узлов (нулей) по радиусу, широте и долготе соответственно.

Предварительные результаты, возможно, указывают на то, что радиус Солнца за несколько лет на фазе роста 23-го солнечного цикла уменьшился на 4–6 км, убывая в среднем на 1–2 км в год. Надежность данного результата не очень велика, поскольку он получен путем интерпретации гелиосейсмологических наблюдений, которые сами требуют проверки и обоснований. Сейчас уже довольно четко вырисовывается картина, объясняющая повышенный поток излучения от Солнца в годы максимума в основном увеличением его температуры, а не эффективного радиуса, который хотя и меняется, но не так значительно, да к тому же в противополож-

Огромный протуберанец в виде яркой петли удерживается магнитными полями в короне Солнца. Температура плазмы в протуберанце (десятки тысяч градусов) намного ниже, чем в невидимом на этом снимке окружающем более горячем веществе сильно разреженной короны. Снимок сделан 14 сентября 1999 г. телескопом SOHO/EIT в линии гелия с длиной волны 30.4 нм. Такие высокие протуберанцы иногда целиком или частично выбрасываются в гелиосферу со скоростями до сотен или даже более тысячи километров в секунду. Фото ESA и NASA.



ную сторону (сжатие). Если этот вывод подтвердится, то придется искать ответ на вопрос, почему в максимуме активности Солнце светит ненамного ярче, а его радиус почти неизменен или даже несколько уменьшен. Напомним, что самогравитирующее равновесное тело (звезда) при нагревании не расширяется, а сжимается. Именно такого поведения следует ожидать и от Солнца, но сомнения остаются. Они связаны, в первую очередь, с тем, что наша звезда как система не равновесна. Так все же: почему Солнце светит в годы максимума чуть-чуть ярче и этот процесс носит циклический характер? Как связаны изменения светимости с магнитными полями, дифференциальным вращением Солнца, возникновением, движением и гибелью наблюдаемых неоднородностей в его атмосфере? Меняются ли при этом ин-

тенсивность лучистого переноса энергии между ядром и конвективной зоной, а также собственная потенциальная энергия в поле тяжести? Или по каким-либо причинам периодически усиливается и ослабляется вынос энергии к поверхности Солнца из конвективной зоны, а более глубокие недра остаются не вовлеченными в эти процессы? Мы до сих пор не знаем, в каком виде поступает дополнительная энергия к поверхности Солнца, прежде чем излучиться. Возможно, что при этом усиливается конвективный вынос тепла, но могут быть и другие варианты: дополнительный нагрев волнами за счет их вязкой или джоулевой диссипации. Для ответа на эти вопросы необходимо лучше понимать процессы генера-

ции, распространения и затухания акустических, магнитогидродинамических и гравитационных возмущений на Солнце. А может быть, источником нагрева и повышенной яркости служат более мощные электрические токи? Действительно, ведь и магнитная активность выше именно в годы максимума. Более того, прослеживается связь между магнитными полями и разогретыми участками в активных областях на Солнце. В местах с наиболее сильными магнитными полями образуются солнечные пятна – самые темные участки на поверхности Солнца. Согласно теории, такая связь неоднозначна. Магнитные поля в неравновесной плазме могут и усиливать, и подавлять процессы переноса энергии. Тем не менее многие специалисты при-

держиваются эти точки зрения, пока не доказанной. Высказывается и противоположное мнение — магнитная активность не первопричина циклических изменений энерговыделения и цикличности процессов на Солнце, а, скорее, наоборот — более мощные процессы переноса тепловой, механической и потенциальной энергии в поле сил тяжести сами служат регуляторами магнитной активности.

Гелиосейсмологические исследования на обсерватории "SOHO" строятся следующим образом. Данные прибора MDI используются для реконструкции радиального профиля скорости звука в недрах Солнца в рамках стандартной модели. Таким путем удастся получить неплохое согласие с этой моделью, а все остающиеся относительно небольшие отклонения используются для введения всевозможных поправок и уточнений, связанных с более детальным учетом особенностей химического состава, расщепления спектральных линий в гелиосейсмограммах из-за вращения Солнца, вклада магнитных полей, движений вещества и других факторов. В частности, структура дифференциального вращения внутри Солнца выглядит совсем не так, как считалось совсем недавно. Оживились дискуссии о внутреннем магнитном поле Солнца. Основание конвективной зоны, помещаемое сейчас в модели на расстоянии 0.713 солнечного радиуса от центра, по-

видимому, не меняет своего положения в пределах ошибок измерения. Собственные частоты акустических колебаний увеличиваются с ростом солнечной активности — от ее минимума в 1996 г. до максимума в 2001 г. Все найденные отклонения от стандартной модели при этом растут с частотой и номером гармоник. Простым уменьшением солнечного радиуса данное явление объяснить, вероятно, нельзя, и сейчас идет поиск других возможных причин, связанных с изменениями температуры и магнитных полей. Стоит отметить, что наземные и космические гелиосейсмологические данные не вполне удастся согласовать друг с другом. Ни о какой серьезной "смене парадигм" пока говорить не приходится. Кто знает, что ждет исследователей впереди?

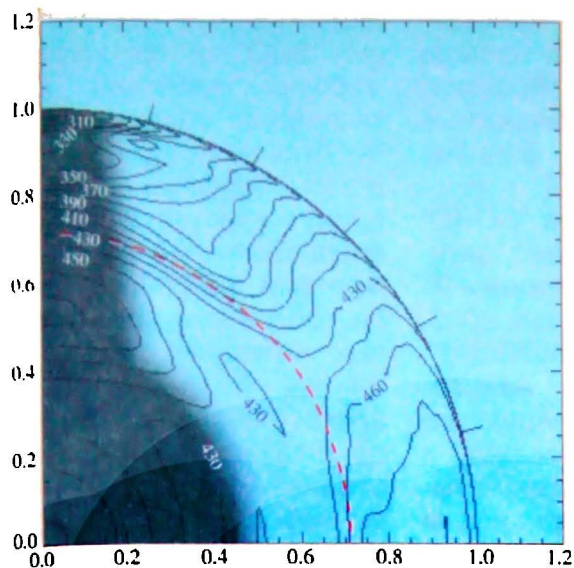
Наиболее заметные отклонения в скорости звука от стандартной модели Солнца прослеживаются вблизи дна конвективной зоны на расстояниях около 0.7 солнечного радиуса от центра. Причину расхождения сейчас склонны видеть в том, что стандартная модель совсем не учитывает перемешивание состава ниже дна конвективной зоны. В действительности перемешивание вовсе не исключено, что может приводить к устранению гелиевого избытка, снижению среднего атомарного веса и увеличению скорости распространения звука в узком слое под дном конвективной зоны, давая объяснение наблюдаемым

отклонениям от стандартной модели. Относительные сдвиги частот изменяются от самых малых значений до величин порядка 0.01%. Акустическая гелиосейсмология ограничена интервалом частот 1–5 мГц, поэтому области вблизи центра Солнца на расстояниях менее 0.1 и вблизи его поверхности на расстояниях более 0.95 солнечного радиуса оказываются плохо изученными.

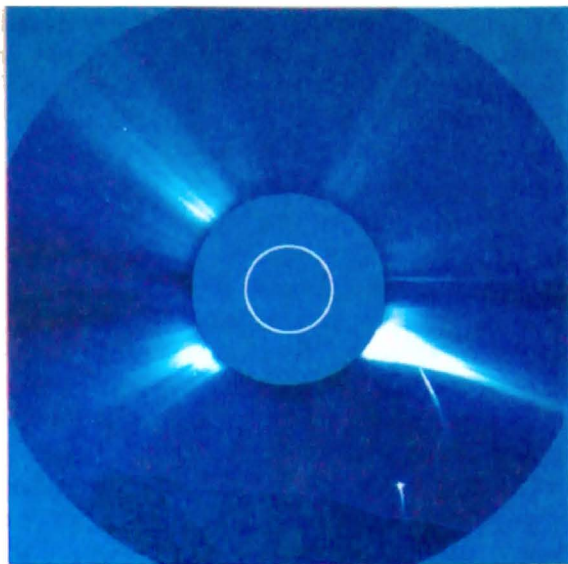
Что касается ожидаемых **гравитационных колебаний** Солнца (Земля и Вселенная, 1977, № 6), то амплитуда их настолько мала, что они пока не выявлены ни в каких наблюдениях, несмотря на огромный интерес и исследования на протяжении многих лет. Ожидаемый спектр этих колебаний лежит ниже предельной частоты — около 0.47 мГц, обусловленной всплыванием магнитных трубок. Интерес к гравитационным модам колебаний связан с тем, что именно они представляются сейчас наиболее удобными для исследования солнечного ядра.

ДРУГИЕ ДАННЫЕ С "SOHO"

Зональные течения в Северном и Южном полушариях Солнца имеют структуру в виде полос, движущихся друг относительно друга со скоростью около 5 м/с и мигрирующих в ходе солнечного цикла, проникая при этом на глубину до 50 тыс. км. Картина **зональных и меридиональных течений** на Солнце меняется в течение цикла как на его поверхности,



Линии равной угловой скорости дифференциального вращения внутри Солнца, построенные по гелиосейсмологическим данным SOHO/MDI. Согласно такой реконструкции, быстрее всего вращаются экваториальные участки внутри конвективной зоны. Нижняя граница этой зоны показана пунктиром. Затемнен участок, где указанный метод не дает надежных результатов. По осям отложены доли солнечного радиуса. Рисунок ESA и NASA.



Редкое явление зафиксировал коронограф LASCO C2: приближение к Солнцу сразу двух комет. Они видны в нижнем правом углу. Фотография сделана незадолго до их гибели в атмосфере Солнца 1 и 2 июня 1998 г. Фото ESA и NASA.

так и в недрах, согласно данным гелиосейсмологического зондирования с использованием наземных наблюдений и прибора MDI. Подтверждается существование полосы зональных течений, дрейфующих к полюсу, хотя есть ряд противоречивых утверждений, в особенности относительно глубинных слоев. Меридиональные течения ослабевали при продвижении от минимума к максимуму текущего цикла солнечной активности.

Солнечные пятна – поверхностные тепловые структуры, а вовсе не глубинные, как думали исследователи. Локальная гелиосейсмология указывает на переход от холодного к более горячему веществу уже на относительно не-

большой глубине – около 5000 км от поверхности. Вырисовывается ярусная картина восходящих и нисходящих тороидальных вихревых движений под пятном.

Идентифицировано свыше 1100 спектральных линий в области крайнего ультрафиолетового и рентгеновского излучения, более 150 из которых выявлены впервые. Кардинально пересмотрен важный диапазон длин волн короче 110 нм. Создан новый атлас излучений для спокойного Солнца, корональных дыр и активных областей, который послужит основой для диагностики и исследования процессов в хромосфере и короне.

Скорость истечения солнечного ветра в облас-

ти до трех солнечных радиусов из экваториальных корональных дыр в годы максимума в 3–5 раз меньше, чем из больших полярных корональных дыр в годы минимума, так что основное ускорение ветра может происходить на больших расстояниях за пределами трех солнечных радиусов.

Наблюдались случаи движения сгустков вещества не от Солнца, а к нему в поле зрения коронографа **LASCO**. По мнению автора данной статьи, эти наблюдения подтверждают теоретические представления о существовании турбосферы с сильно нестационарной и несферической границей – турбопаузой вокруг Солнца. За пределами этой границы все

вещество неминуемо удаляется от него в виде солнечного ветра.

Зарегистрировано около 400 случаев падения комет на Солнце. Большинство принадлежит кометному семейству Кройцга. Наблюдались фрагментации их ядер на расстоянии 4–6 солнечных радиусов. С учетом наблюдений на КТХ сделан вывод о чрезвычайно низкой плотности и рыхлости пористого льда в кометном веществе в момент гибели кометы – всего лишь 15–30 кг/м³.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ СОЛНЦА

В октябре 2002 г. состоялся Второй всемирный космический конгресс в Хьюстоне (США). На нескольких его симпозиумах обсуждены результаты исследований Солнца и гелиосферы, намечены новые эксперименты, причем во многом эти планы исходят из анализа достижений последних лет на обсерватории “SOHO”. Была рассмотрена идея проведения Всеминого гелиофизического года в 2007–08 гг. – через 50 лет после Всеминого геофизического года (1957–58 гг.). На специальном симпозиуме в рамках совместной Ассамблеи Европейского геофизического союза, Европейского союза наук о Земле

и Американского геофизического союза в апреле 2003 г. в Ницце (Франция) рассмотрены конкретные предложения по данному вопросу.

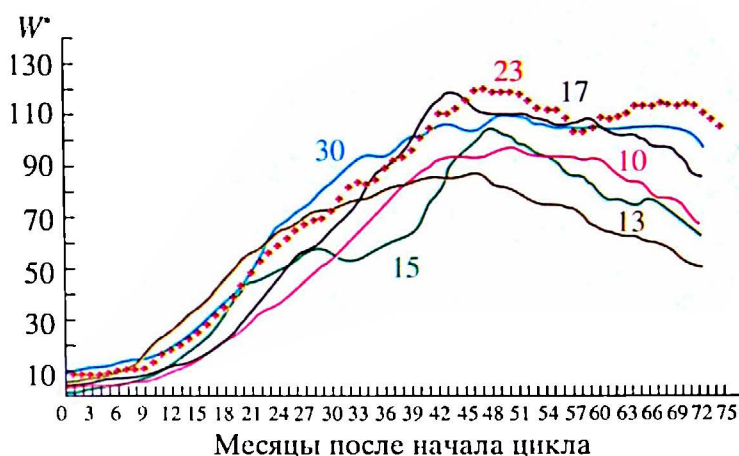
Сейчас помимо “SOHO” в космосе работают научные спутники “Коронас-Ф” (Земля и Вселенная, 2002, № 6), “TRACE”, “GENESIS”, АМС “Ulysses” и некоторые другие, исследующие Солнце, его атмосферу и гелиосферу. Разрабатываются международные и национальные проекты, в том числе европейский проект “Solar Polar Orbiter” для изучения неисследованных ранее полярных и высокоширотных солнечных участков и гелиосферы ближе к Солнцу. В ряде стран идут работы над проектами стереоскопических наблюдений Солнца из космоса одновременно с двух или даже нескольких аппаратов. Обсуждается проект полета КА непосредственно в корону Солнца на расстоянии 4–8 солнечных радиусов. Близок к реализации японский проект “Solar B”, нацеленный на детальное исследование магнитной активности Солнца с орбиты ИСЗ. Исследования, начатые на “SOHO”, будут продолжены с более высоким пространственным разрешением и совершенной аппаратурой на крупной солнечной

динамической обсерватории “SDO”, которую в ближайшие несколько лет планирует создать и запустить в космос NASA. В этом крупном проекте примут участие и ученые европейских стран. Во Франции разрабатываются программы прецизионных измерений диаметра, формы и дифференциального вращения Солнца, а также солнечной постоянной с использованием небольших спутников. Китайские ученые совместно с зарубежными партнерами создают крупный (метровый) солнечный телескоп рефракторного типа для работы в космосе. Есть очень интересные предложения и оригинальные разработки по исследованию Солнца и гелиосферы из космоса у российских ученых, но сейчас выделяется очень мало средств для их осуществления. На фоне такой активности во всем мире недостаточная поддержка российских научных организаций в предстоящих исследовательских проектах по физике Солнца и гелиосферы вызывает тревогу за будущее этой науки в нашей стране. Ведь предстоящее десятилетие многие рассматривают как “золотой период” в исследованиях Солнца и гелиосферы.

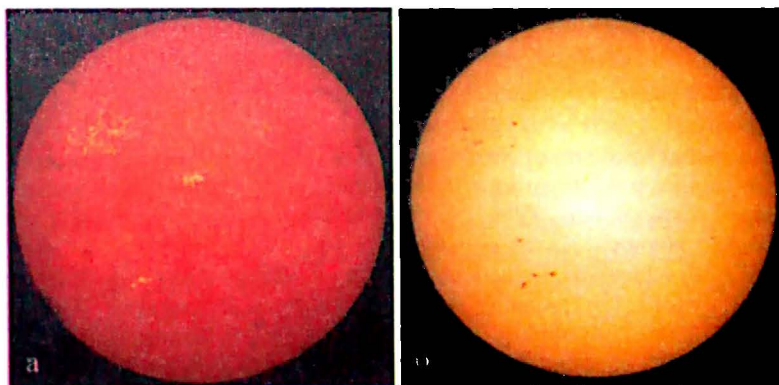
Солнце в декабре 2002 г. – январе 2003 г.

Солнечная активность в рассматриваемые месяцы неуклонно снижалась. Текущий солнечный цикл вошел в фазу спада солнечной активности. Формально она наступает, когда сглаженные относительные числа солнечных пятен становятся меньше на 15% от их значения в максимуме. Для текущего цикла солнечной активности это значение равно $W^* = 103$. Напомним, что максимум текущего солнечного цикла наступил в апреле 2000 г. ($W^*_{\text{max}} = 121.7$, $F^*_{10.7} = 181$), вторичный максимум – в ноябре 2001 г. ($W^* = 115.6$, $F^*_{10.7} = 193.6$). Обращаем внимание на то, что для потока радионизлучения на длине волны 10.7 см наибольшим является именно вторичный максимум. Это впервые наблюдается во всей непродолжительной истории наблюдений Солнца в радиодиапазоне (с 1947 г.). Значения относительного числа солнечных пятен $W_{\text{дек.}} = 81.6$ и $W_{\text{янв.}} = 79.5$.

В декабре 2002 г. пятнообразовательная активность Солнца менялась от среднего до высокого (14–22 декабря), а к концу месяца и до низкого уровня. Максимальное относительное число пятен ($W = 140$) наблюдалось 17 декабря, а минимальное ($W = 25$) – 30 декабря. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 11 до 3 групп солнечных пятен. Вспышечная активность была в основном на низком уровне. Всего за месяц зафиксированы: одна вспышка балла М6.8 (20 декабря) в группе Южного полушария Солнца, 9 вспышек средних баллов и 4 выброса солнечных волокон. На со-



Ход развития (74 месяца) текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

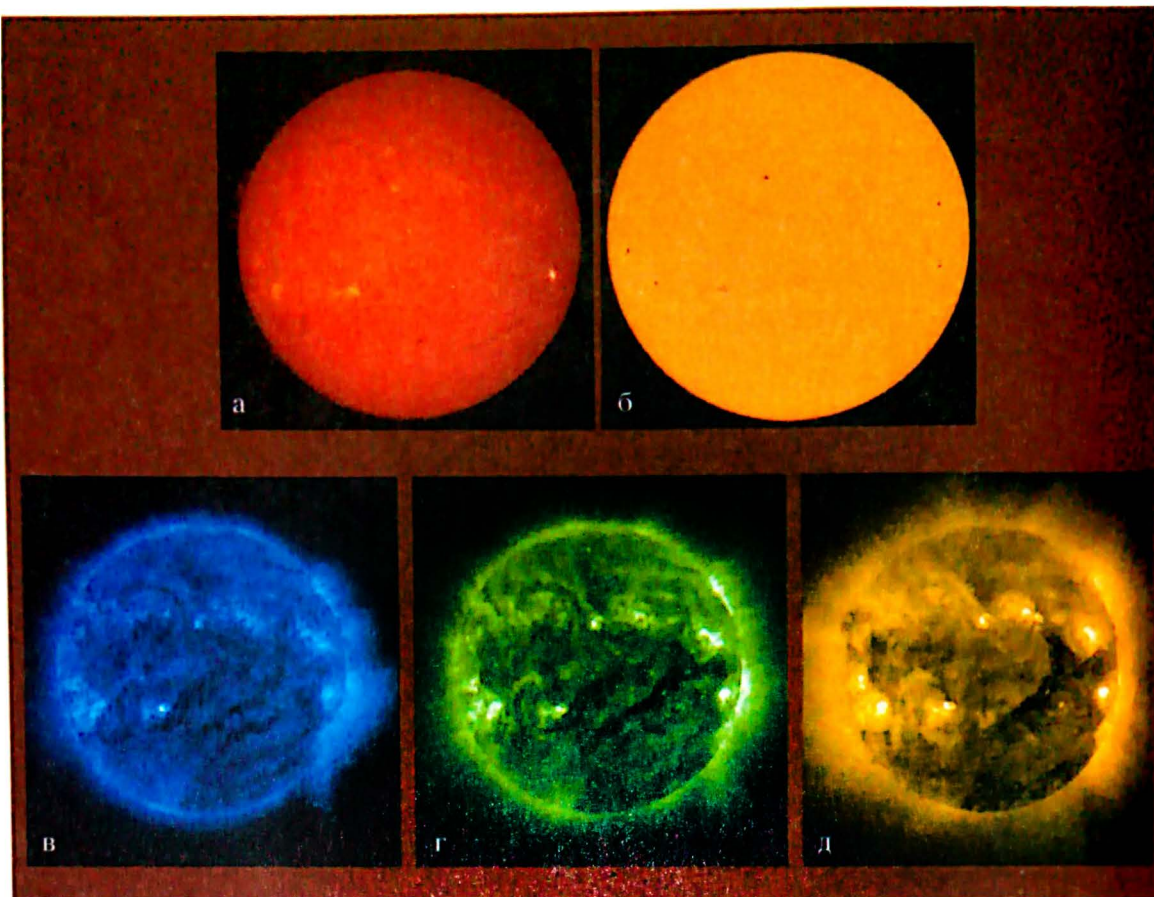


Вид Солнца 16.12.2002 г.: а) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$), б) в белом свете (непрерывном спектре).

стояние околоземного космического пространства влияли преимущественно рекуррентные высокоскоростные потоки солнечного ветра от корональных дыр. Малые магнитные бури отмечены 19, 20, 23, 26, 27 декабря. Малое протонное событие от

вспышки M2.7/2N зарегистрировано в активной области Северного полушария Солнца 19 декабря.

В январе пятнообразовательная активность Солнца продолжала снижаться. Высокие значения ежедневного относительно



Вид Солнца 23.01.2003 г.: а) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$), б) в белом свете (непрерывном спектре), в, г, д) в линиях крайнего ультрафиолета $\lambda = 171 \text{ \AA}$, $195 \text{ \AA}$, $284 \text{ \AA}$ ("SOHO"). Все снимки взяты в Интернете со страниц Службы Солнца (www.sec.noaa.gov).

го числа солнечных пятен наблюдались в период с 7 по 15 января: наибольшее ($W = 117$) – **10–11 января**, а наименьшее ($W = 27$) – 2 января. Во вспышечном отношении первый месяц года был спокойным. Лишь 6 вспышек средних баллов и 10 выбросов солнечных волокон

произошли на Солнце за весь месяц. В околоземном космическом пространстве зафиксировано 10 возмущенных дней, однако порог малой геомагнитной бури был достигнут только 24–25 января. Информацию о текущем состоянии солнечной активности и ее прогнозе на русском языке

можно найти в Интернете по адресу:

<http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast.html>

Страница обновляется каждый понедельник.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

Леониды в 2002 году

Как известно, метеорный рой Леонид, порожденный кометой Темпеля-Туттля 1865f (период 33.3 г.) в годы ее сближения с земной орбитой, нередко дает эффектные метеорные дожди. Последние наблюдались в 1966 г. и в 2001 г.

В 2002 г., как и предсказывали многие исследователи, активность метеорного потока Леонид была весьма высокой.

19 ноября 2002 г. отмечено два максимума по-

тока: первичный – около 04 ч 00 мин, главный максимум – около 10 ч 50 мин по Всемирному времени.

По данным Всемирной метеорной организации (IMO), численность Леонид в первичный максимум ZHR (зенитное часовое число) составила 2350, в главный максимум – 2660 в час.

Особенностью этого года был низкий показатель функции светимости ($s \sim 2$ и менее), что говорит о пре-

обладании слабых по яркости метеоров.

Питер Дженнискенс (NASA) сообщил об успешном завершении в 2002 г. проекта, организованного NASA и USAF, по которому визуальные наблюдения и видеосъемка Леонид проводились с бортов двух самолетов – в Испании и США. Поднявшись выше уровня облаков, при хороших метеоусловиях они подсчитали Леониды, подтвердив изобилие слабых метеоров, которые регистрировались и в промежутке между двумя максимумами потока.

Группа японских наблюдателей, по данным Хироши Огава из университета Цукуба (Япония), провела успешные наблюдения в открытом море.

Конечно, Леониды-2002 по численности уступили 2001 г., а по зрелищности и эффектности потока – результатам 1998 г., когда в период максимума преобладали яркие метеориты и болиды.

Но многим наблюдателям и в 2002 г. удалось увидеть по несколько болидов-Леонид в ночь максимума. Например, Пауль

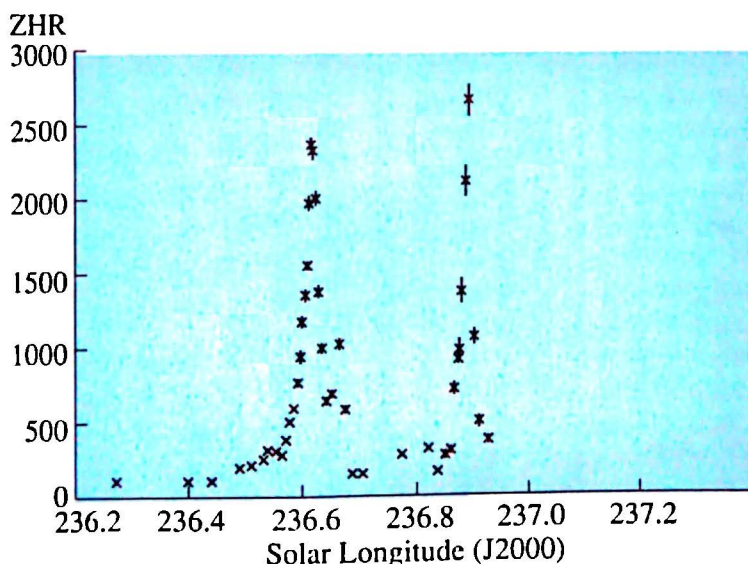


График активности Леонид-2002. Показана зависимость зенитного часового числа метеоров Леонид от долготы Солнца.



Яркие Леониды. Снимок сделан 19 ноября 2002 г. Фото Ф. Люцены (США). Фотоаппарат CANON AE1; F 1.8; выдержка 30 с, пленка Kodak-800.

Рэймундо (Бразилия) наблюдал болиды ярче -5^m , два из которых особенно запомнились тем, что скрылись за горизонтом.

В целом же, по подсчетам наблюдателя Джозефа Заммита (Мальта), 84% всех зарегистрированных им метеоров в ночь максимума были слабее нулевой величины, и только 1% составили Леониды ярче -4^m .

Цедрик Пейнадо (Франция) 19 ноября за 6 ч наблюдений увидел только три болида яркостью от -5 до -7^m , самый яркий из которых оставил след, державшийся на небе более 6 мин.

Джордж Дробнок (Пенсильвания, США) также отметил, что яркие Леониды оставляли изумительные по красоте следы.

Наблюдениям Леонид в 2002 г. в России помешали не только почти полная Луна и практически повсеместно плохие погодные условия, но и то, что максимум пришелся на светлое время суток.

По имеющимся у нас данным, из российских наблюдателей метеоров увидеть Леониды удалось лишь любителю астрономии Ю.В. Нестерову (г. Ливны, Орловская область). Он отметил такое количество слабых метеоров вблизи максимума, что их невозможно было сосчитать. Причем метеоры вылетали из радианта по 3–5 и более, практически одновременно. В бинокль Ю.В. Нестеров увидел красивые следы от ярких метеоров-Леонид. В структуре радианта Леонид он зафиксировал три индивидуальных радианта.



Леониды, вылетающие из радианта, на фоне головы созвездия Льва. 19 ноября 2002 г. Фото Дж. Оуллета (США). Фотоаппарат CANON EOS3; F 2.8; выдержка 45 мин.



Метеор потока Леонид-2002 на фоне зари. Фото Х. Тайсона из Канзас-Сити (США).

Из малых метеорных потоков одновременно с Леонидами в этом году наблюдателями в разных странах были отмечены Моноцеротиды ($\alpha = 110^\circ$, $\delta = -5^\circ$), Андромедиды (Бизелиды) ($\alpha = 24^\circ$, $\delta = +44^\circ$), Кмино-Ауригиды ($\alpha = 106^\circ$, $\delta = +40^\circ$), ϵ -Эриданиды ($\alpha = 58^\circ$, $\delta = -5^\circ$), Тауриды

($\alpha = 65^\circ$, $\delta = +25^\circ$), ζ -Тауриды ($\alpha = 82^\circ$, $\delta = +30^\circ$). В южных странах наблюдались Пуппиды, радиант которых находился в созвездии Кормы. К сожалению, уверенно наблюдавшиеся в прошлые годы малые метеорные потоки μ -Пегазид ($\alpha = 340^\circ$, $\delta = +22^\circ$) и λ -Персеид ($\alpha = 60^\circ$, $\delta = +50^\circ$)

в этом году не зарегистрировал никто.

Иллюстрации к данной заметке взяты в Интернете.

М.В. ГОРШЕЧНИКОВ

*Вятский государственный
гуманитарный университет,
г. Киров*

Информация

Магнитные поля – создатели сложных форм туманностей

Международная группа астрономов, возглавляемая В. Влсмингом (Лейденская обсерватория, Нидерланды), получила доказательства, что магнитные поля старых звезд (старых красных гигантов) в 10–100 раз сильнее, чем у Солнца.

Астрономы наблюдали четыре такие звезды с помощью системы радиотелескопов VLBA (Very Long Baseline Array – очень длинная основная радиосеть, русский вариант: РСДБ – радиотелескоп со сверхдлинной базой), пересекающей территорию США от Виргинских до Гавайских островов. Наблюдения велись в радиолиниях, испускаемых молекулами воды. При некоторых условиях они могут создавать мазерный эффект – рез-

кое усиление интенсивности радионизлучения в очень узкой полосе спектра. Достаточно плотные облака воды, где может проявиться мазерный эффект, скапливаются на значительном расстоянии от звезды.

Еще в 1896 г. Петер Зееман открыл эффект расщепления спектральных линий электромагнитного излучения в сильных магнитных полях (за что получил Нобелевскую премию в 1902 г.). Именно такое расщепление мазерной линии H_2O обнаружено при наблюдениях. Оно было небольшим, и только совместная работа многих радиотелескопов, разнесенных на большое расстояние, помогла найти его и измерить. По величине расщепления определили напряженность магнитного поля в водяном облаке – 0.5–1 Гс, такое же, как на земной поверхности. Учитывая расстояние от источников радионизлучения до звезд (примерно двойное расстояние между Солнцем и Плутоном), вычислили, что на поверхности звезды магнитное поле достигает 50–500 Гс.

Эти наблюдения дают возможность разрешить давно беспокоившую астрономов про-

блему: совершенно сферическая звезда дает сложную и обычно несферическую структуру, известную как планетарная туманность – один из самых красивых объектов нашего неба. Когда звезды, подобные Солнцу, достигают конца своей жизни, они извергают большое количество материи в окружающее пространство. Сильные магнитные поля, чье существование теперь доказано, могут оказать решающее влияние на формирование планетарных туманностей. Вследствие турбулентности в газовых потоках сильные магнитные поля принимают порой самые различные формы. Вещество, исходящее из звезды, “ощущает” эти поля, и в результате туманность приобретает очень сложную структуру. Добавим, что ее вещество содержит возникшие при ядерных реакциях внутри звезд углерод и кислород, которые впоследствии войдут в состав нового поколения звезд и планет.

JODRELL BANK
OBSERVATORY NEWS
RELEASE
November 2, 2002

Потепление неотвратимо?

Г.В. ГРУЗА,
доктор физико-математических наук
Э.Я. РАНЬКОВА,
кандидат физико-математических наук
Институт глобального климата и экологии
Росгидромета и РАН



Климаты Земли многообразны, но люди в различных регионах планеты, привыкая к своему климату, часто не задумываются над его особенностями. Интерес к нему резко возрастает после сообщений о каких-либо экстремальных событиях: штормах, наводнениях или засухах, а также о катастрофах, причиной которых могли стать грозные явления природы. Обычно спрашивают, не связано ли то или другое событие с опасными изменениями климата, в частности с глобальным потеплением, о котором все слышаны.



ЧТО ЖЕ ТАКОЕ КЛИМАТ?

Каждый день мы имеем дело с погодой, т.е. с **определенным физическим состоянием атмосферы** в той точке земного шара, где находимся в данный

момент. Оно характеризуется температурой воздуха, атмосферным давлением, скоростью и направлением ветра, влажностью, осадками, солнечным сиянием и облачностью. К параметрам погоды относят-

ся и такие явления, как туман, иней, град. Все это – элементы погоды.

Климат в узком смысле – обобщение изменений погоды. Это набор условий погоды в определенной области пространства

в конкретный интервал времени. Для характеристики климата используется статистическое описание средних и экстремальных показателей, их изменчивости и повторяемости за выбранный период времени. Эти величины называются **климатическими переменными**.

Наиболее важные и популярные климатические переменные, часто используемые как индикаторы климата, – температура воздуха у поверхности земли и атмосферные осадки.

В современных исследованиях термин “климат” используется вместо термина “глобальный климат”, который характеризуется набором состояний **глобальной климатической системы** (ГКС) в определенном интервале времени. ГКС состоит из пяти основных компонентов: атмосферы, гидросферы, криосферы, поверхности континентов и биосферы, взаимодействие которых существенно влияет на колебания погоды за длительные промежутки времени.

Спектр изменений метеорологических и океанологических величин непрерывен для большинства непериодических процессов, плотность его стремится к бесконечности лишь для периодических составляющих – годовых и суточных компонентов.

В настоящее время используется **классификация масштабов изменчивости** характеристик климатической системы, предложенная академиком А.С. Мониным.

1. Микрометеорологическая изменчивость – от долей секунды до минут.

2. Мезометеорологическая изменчивость – от нескольких минут до часов.

3. Изменчивость, соответствующая синоптическим процессам, – от нескольких часов до двух-трех недель.

4. Климатическая изменчивость – от трех недель до нескольких десятилетий.

5. Межвековая изменчивость.

6. Изменчивость в масштабах тысячелетий.

7. Изменчивость, соответствующая ледниковым периодам.

Предложенное определение климата позволяет использовать в качестве климатических переменных статистические характеристики любых параметров состояния климатической системы для некоторого заданного интервала времени. Необходимо только точно указывать, какая характеристика и для какого интервала рассматривается.

Изменение климата в каком-то регионе или на земном шаре в целом характеризуется разностью между некоторыми климатическими переменными для двух заданных интервалов времени. Это изменение считается реальным, если превосходит вероятную ошибку вычисления соответствующих климатических переменных. Оно может быть следствием как естественных (внутренних и внешних) причин, так и человеческой деятельности. В “Рамочной

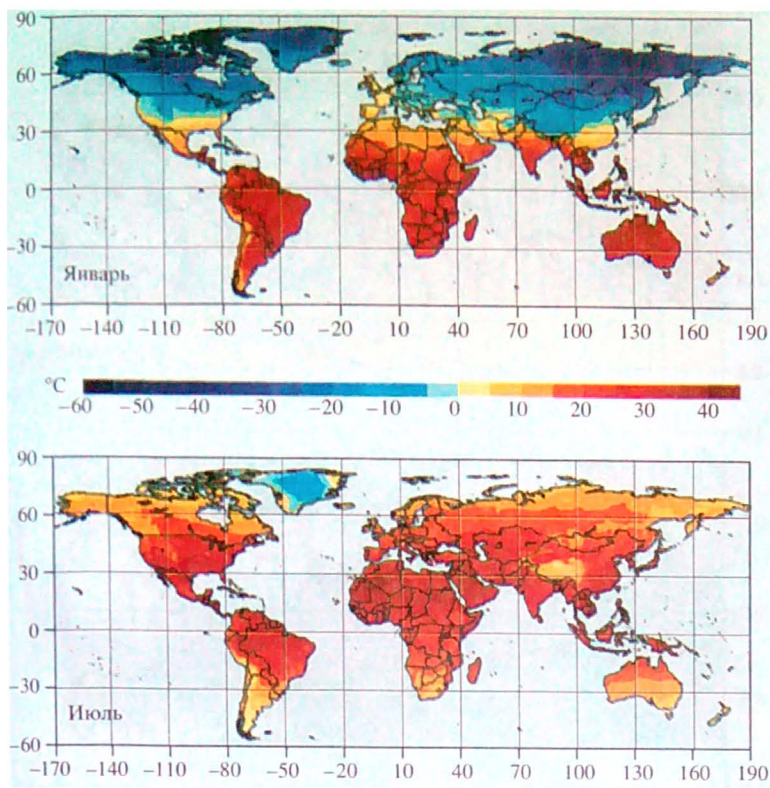
конвенции по изменению климата” ООН дано более узкое определение: “...изменение климата, которое прямо или косвенно приписывается человеческой деятельности, меняющей состав глобальной атмосферы, и является добавкой к естественной климатической изменчивости для сравниваемых периодов времени”. Данные наблюдений позволяют оценивать только суммарные изменения климата вследствие естественных и антропогенных причин. Выявление этих причин – сложная задача, решаемая в настоящее время с помощью климатических моделей.

Для научного анализа могут использоваться любые климатические переменные, а для оценки отклонений от средних – любые базовые периоды.

КЛИМАТ НАШИХ ДНЕЙ
И БУДУЩЕГО

В качестве стандартного периода для оценки климатических переменных, характеризующих современный климат, по рекомендации Всемирной метеорологической организации (ВМО) используется период в 30 лет. В настоящее время это 1961–90 гг. Термин “**норма**” означает среднюю переменную величину именно за указанный период, а отклонение от нормы – **аномалия**.

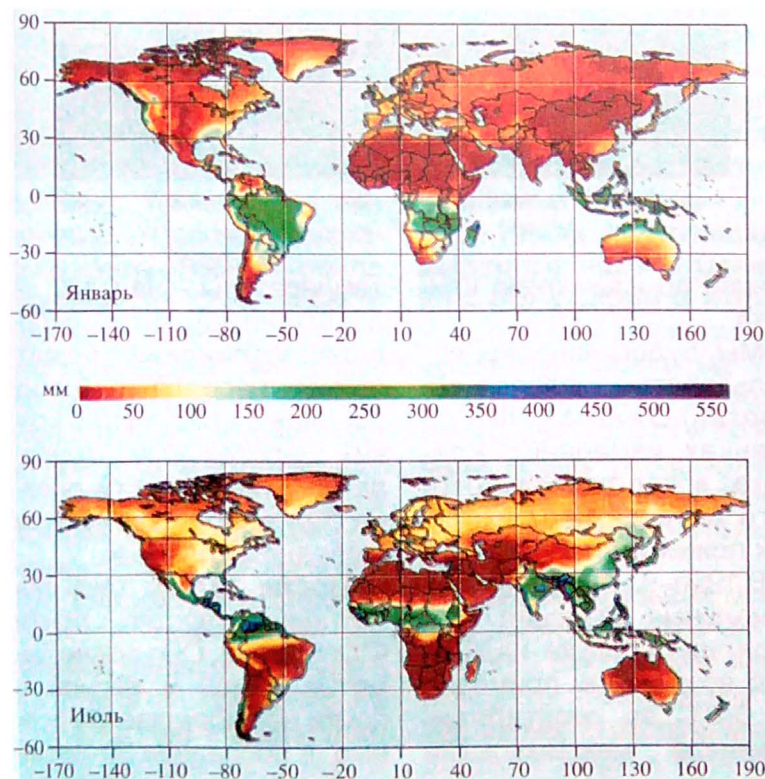
Климатические нормы вычисляются для различных метеорологических величин, и их можно найти в специальных справочниках и информационных системах. Периодически изда-



Пространственное распределение многолетней средней месячной температуры воздуха в январе и июле (°C), вычисленной по данным за 1961–90 гг. Температура меняется с широтой и от зимы к лету, а также в зависимости от степени удаленности океана.

ются климатологические карты и атласы. Обычно это малотиражные издания. Они включают карты климатических норм самых важных параметров температуры воздуха и атмосферных осадков. В Интернете публикуются данные, собранные и проанализированные исследовательской группой Университета Восточной Англии под руководством Ф. Джонса (<http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk>). По этим данным построены карты многолетних норм температуры воздуха и суммы атмосферных осадков в январе и июле.

Нет сомнений, что климат в прошлом менялся, но эти изменения не выходили за пределы, безопасные для жизни на Земле. Изменения климата могут быть оценены по результатам инструментальных наблюдений сетевых гидрометеорологических станций. **Среднюю глобальную температуру воздуха у поверхности (ТВП) планеты можно оценить по данным, полученным над континентами, и температу-**



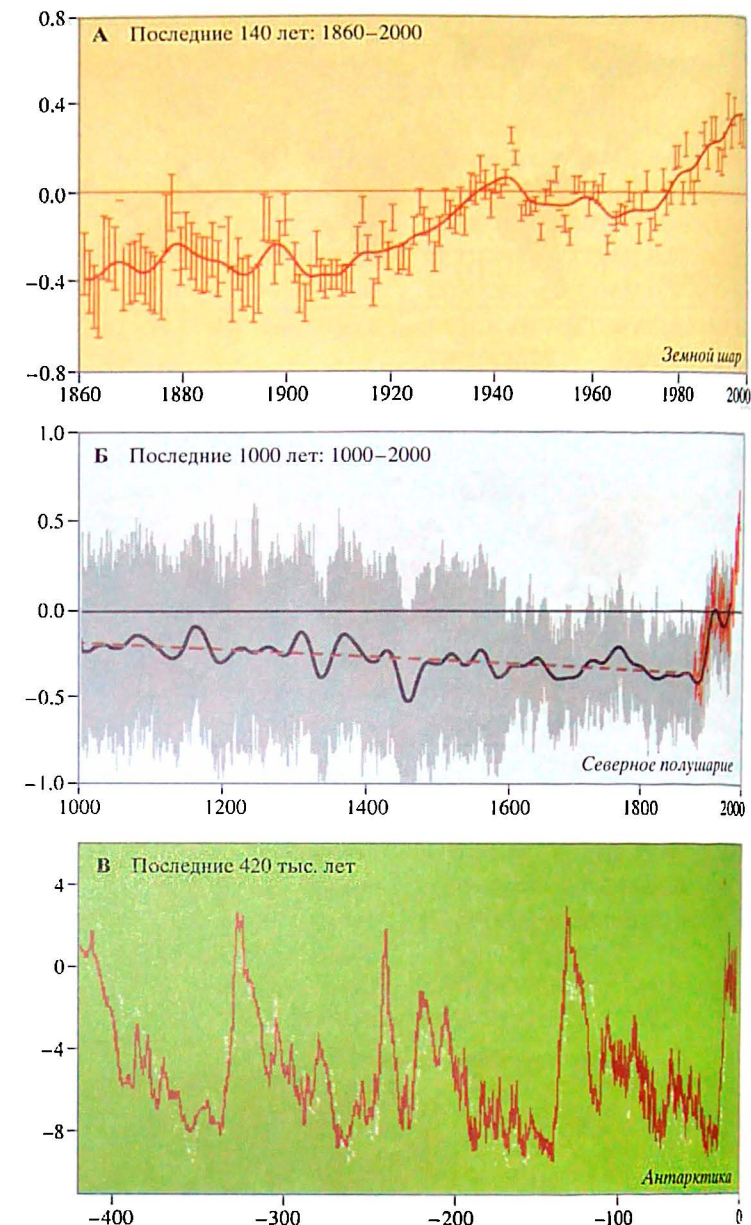
Многолетние месячные суммы атмосферных осадков (мм/мес) за 1961–90 гг. Они распределены в пространстве более беспорядочно, чем температура воздуха. Осадки изучать и прогнозировать сложнее, чем температуру.

Изменения годовой температуры воздуха у земной поверхности (95% – доверительные интервалы средней): А – на земном шаре, по данным инструментальных наблюдений, за 140 лет; Б – для Северного полушария, по косвенным данным, за последнее тысячелетие (за последние 140 лет, по данным инструментальных наблюдений); В – за последние 420 тыс. лет (для района Антарктики, по косвенным данным, полученным при бурении льда на станции Восток). Температура менялась в прошлом в достаточно широких пределах, оставаясь соответствующей условиям существования жизни.

ре поверхности океана (ТПО) за период приблизительно с 1861 г.

В течение XX в. глобальная ТВП **увеличилась на $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}$** . Однако во временном ряду обнаруживается значительная неоднородность во времени и пространстве. В частности, периоды наибольшего потепления в XX в. были с 1910 г. по 1945 г. и с 1976 г. по 2000 г., а между ними наблюдалось некоторое похолодание.

В связи с тем что наблюдаемое изменение климата обнаружилось, в первую очередь, в увеличении температуры воздуха у земной поверхности почти всюду и в среднем для земного шара, это явление получило название “**глобальное потепление**”. Осознание его потенциальной опасности привело к учреждению Всемирной климатической программы, организации Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и принятию ООН “Рамочной кон-



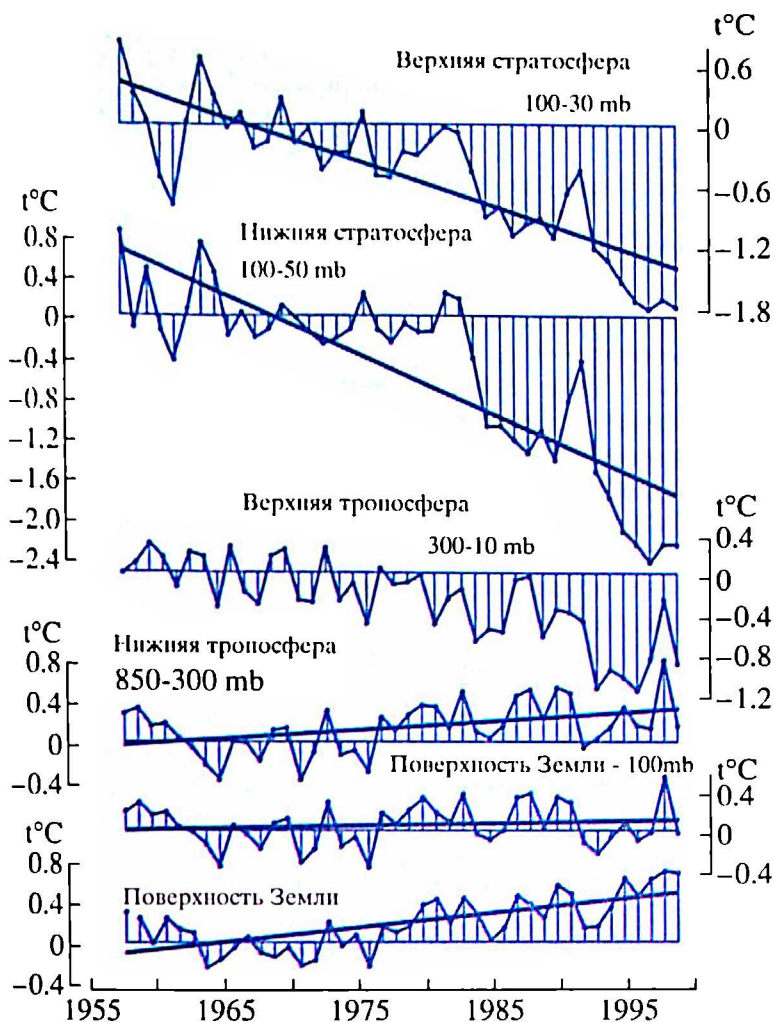
венции по изменению климата”.

Мы будем широко использовать последний (третий) Отчет МГЭИК об оценках изменений климата, в подготовке которого авторы данной статьи принимали участие.

В 1950–93 гг. ночные минимальные значения температуры воздуха над сушей возрастали примерно на 0.2°C за десятилетие (дневные максимальные

температуры – на 0.1°C за десятилетие). Это обусловило **удлинение** безморозного периода во многих районах в средних и высоких широтах. Рост температуры поверхности океана был вдвое меньше, чем в среднем для суши.

После 1970 г. темп потепления достиг почти **$4^{\circ}\text{C}/100$ лет**. Оно более заметно зимой и весной и почти не наблюдается осенью (в последнее 30-летие



Изменения температуры воздуха на различных высотах (в интервалах атмосферного давления, mb) в свободной атмосфере за последние 50 лет. В то время как в нижней атмосфере происходило потепление, в стратосфере наблюдалось похолодание, так что средняя по высоте температура воздуха почти не менялась.

произошло даже некоторое похолодание в западных регионах).

По данным радиозондирования, температура нижнего 8-км слоя атмосферы с конца 1950-х гг. росла примерно на 0.1°C за десятилетие. В стратосфере в это время отмечено похолодание. Средняя по вертикали температура воздуха почти не менялась.

Спутниковые данные показывают, что начиная с конца 60-х гг. примерно на 10% уменьшилась площадь снежного покрова, по наземным данным, в течение XX столетия примерно на 2 недели стал короче период ледостава на реках и

озерах в средних и высоких широтах Северного полушария. Повсеместно отступали горные ледники в умеренных широтах.

С 1950-х гг. площадь морского льда в Северном полушарии в весенний и летний периоды сократилась почти на 10–15%. Толщина морского льда с конца лета и до начала осени уменьшилась на 40%, в зимнее время процесс шел значительно медленнее.

Средний уровень моря поднялся в течение XX в. на 0.1–0.2 м. Весьма вероятно, что это объясняется тепловым расширением морской воды и повсе-

стным таянием горных ледников и полярных ледниковых куполов. С конца 50-х гг. (тогда наблюдения за температурой нижних слоев океана стали надежными) теплосодержание океана возрастало.

Величина атмосферных осадков в XX столетии увеличивалась в большинстве районов высоких и средних широт Северного полушария на 0.5–1% за десятилетие, при этом во второй половине века сильные осадки повторялись немного чаще. Вероятно, что на 0.2–0.3% за десятилетие осадки возрастали над тропическими зонами континентов (от 10° с.ш. до 10° ю.ш.), но рост осадков в тропиках в течение нескольких последних десятилетий не очевиден. Над субтропиками Северного полушария между 10° – 30° с.ш. в течение XX в. осадки убывали примерно на 3% за десятилетие. В противоположность Северному полушарию в большинстве широтных зон Южного полушария систематические изменения осадков не обнаружены. Данных для того, чтобы установить тренды в осадках над океанами, недостаточно.

С 1900 г. по 1995 г. монотонные тренды повторяемости сильных засух или периодов переувлажнения на континентах отсутствовали, хотя в масштабах десятилетий она существенно меняется. И только в некоторых районах Азии и Африки эти показатели в последнее десятилетие увеличились.

Во второй половине XX в. реже наблюдались экстремально низкие температуры и несколько **возросла повторяемость экстремально высоких температур** по сравнению с первой половиной столетия.

С 50-х гг. "теплые эпизоды" Эль-Ниньо – Южного Колебания (Земля и Вселенная, 1999, № 1), являющиеся причиной суровых засух и периодов переувлажнения в странах вокруг тропической зоны Тихого океана, стали более частыми, устойчивыми и интенсивными по сравнению с предшествующими 100 годами.

В то же время некоторые области земного шара, в частности районы океанов Южного полушария и Антарктики, не стали теплее в последнее десятилетие. После 1978 г., когда стали проводиться надежные спутниковые измерения, значимые тренды в распространении антарктических морских льдов не отмечены.

Ограниченность данных не позволяет обнаружить направленные изменения интенсивности и частоты тропических и внетропических циклонов во второй половине XX столетия, хо-

тя в масштабах десятилетий наблюдались значительные флуктуации.

ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА: ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ

Исследования современных изменений климата должны дать ответы на следующие вопросы. Какие изменения действительно происходят? Насколько хорошо мы понимаем прошлый и современный климат и наблюдавшиеся изменения? Какие изменения климата предостоят в будущем?

Основной метод обнаружения изменений климата по данным наблюдений – статистический анализ. Ответить на второй и третий вопросы может помочь только изучение климатических процессов с помощью физико-математических **глобальных климатических моделей** (ГКМ).

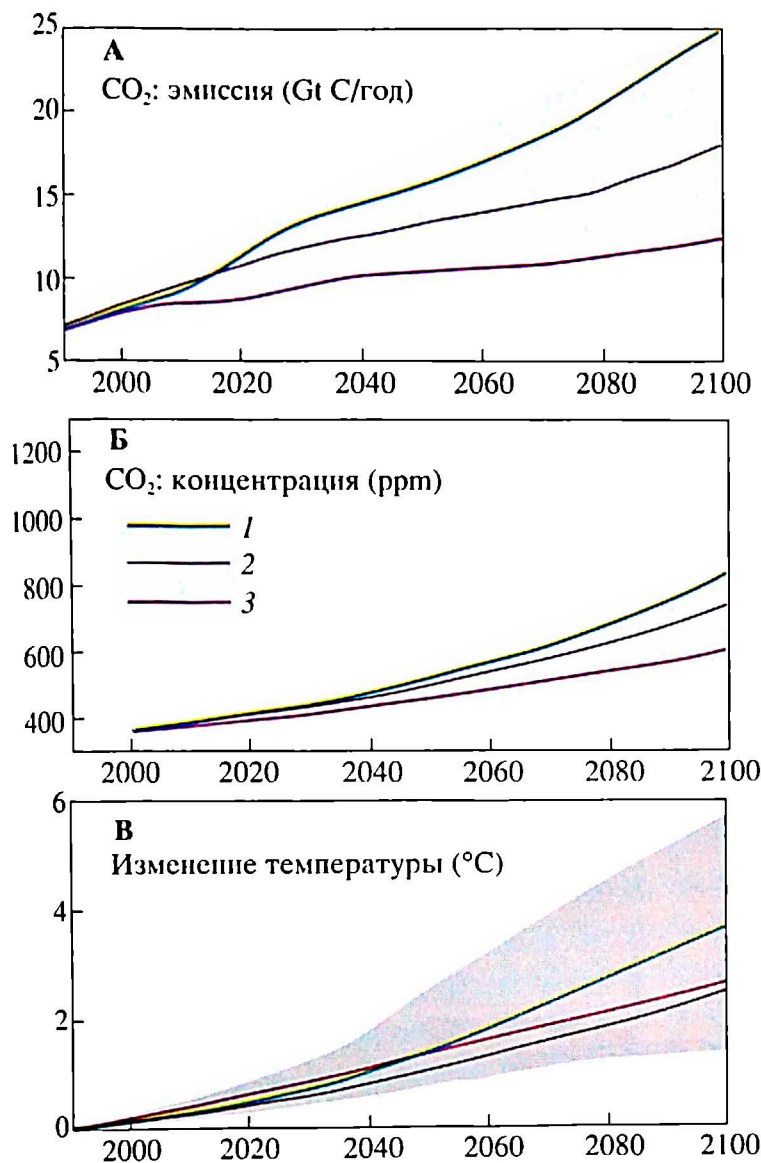
Большинство климатологов связывают рост приземной температуры в XX в. с увеличением концентрации в атмосфере **парниковых газов**, которые поглощают уходящее от Земли длинноволновое излучение (в первую очередь, двуокиси углерода) в результате человеческой деятельности (антропогенный фактор!).

Основные парниковые газы в атмосфере (кроме CO_2) – **водяной пар, двуокись азота, озон, метан и окись натрия**. Суммарная солнечная энергия, воздействующая на земную поверхность, зависит от концентрации каж-

дого парникового газа в отдельности, их радиационных свойств и концентрации в атмосфере всех их вместе. Для сохранения теплового равновесия Земля должна отдавать в мировое пространство ровно столько тепла, сколько получает от Солнца. Интенсивность теплового излучения зависит от температуры поверхности. Без атмосферы Земля излучала бы необходимое количество тепла при температуре поверхности –18 °С. В настоящее время это около 15 °С. Таким образом, **суммарный парниковый эффект** атмосферы составляет 33 °С.

С 1750 г. концентрация углекислого газа в атмосфере **возросла на 31%** в результате сжигания органического топлива в процессе деятельности человека. Столь высокого уровня она не достигала ни разу в последние 420 тыс. лет (а возможно, и 20 млн. лет). В течение, по крайней мере, ближайших 20 тыс. лет скорость возрастания концентрации углекислого газа была беспрецедентной.

Астрономическая теория югославского астронома Милутина Миланковича объясняет изменения климата периодическими колебаниями эксцентриситета земной орбиты, угла наклона и направления оси вращения (прецессии) при движении Земли вокруг Солнца (с периодами соответственно 96 тыс., 41 тыс. и 23 тыс. лет). Эти циклы порождают периодичность в количестве солнечной радиации, получае-



Ожидаемые изменения эмиссии (А), концентрации (Б) парниковых газов (в единицах эквивалентной концентрации углекислого газа) и глобально осредненной температуры приземного воздуха (В). Для оценки будущих величин эмиссии разрабатываются сценарии роста народонаселения и развития технологий производства, с помощью моделей углеродного цикла оценивается возможный рост концентрации парниковых газов. 1, 2 – экстремальные сценарии, 3 – оптимальный.

матических состояний. В случае успеха можно будет заключить, что климат предсказуем на десятилетия и более. Подтверждением этому служит успешное воспроизведение трендов XX столетия, обусловленных воздействием естественного и антропогенного характера с помощью нескольких ГКМ. Это позволяет надеяться, что оценить предстоящие изменения климата можно, но с учетом как будущих выбросов, так и изменений концентрации парниковых газов.

Межправительственная группа экспертов (МГЭИК) разработала набор сценариев будущих выбросов парниковых газов в атмосферу в XXI столетии. Сценарии основаны на различных гипотезах о мировом развитии, а оно определяется демографическими, экономическими и технологическими факторами, от которых, в свою очередь, зависят интенсивность использования ископаемого топлива и объемы выбросов в атмосферу парниковых газов и аэрозо-

мой поверхностью Земли в каждой широтной зоне.

Большинство метеорологов и геологов первоначально встретили эту теорию скептически. И только в 1950–60-х гг., когда были накоплены палеоклиматические данные, мнение ученых склонилось в ее пользу.

ОЖИДАЕМЫЕ
АНТРОПОГЕННЫЕ
ПЕРЕМНЫ В КЛИМАТЕ

Предсказуемость поведения системы океан–ат-

мосфера от суток к суткам ограничена 2–3 неделями. Но хотя эта динамическая система чувствительна к малым возмущениям и потому неустойчива, медленно меняющиеся ее компоненты можно прогнозировать на более значительных временных масштабах. Чтобы исключить влияние начальных условий и конкретной глобальной климатической модели, в расчетах используются многократные интегрирования. Задача сводится к вычислению **вероятности кли-**

Оценка ожидаемых изменений температуры воздуха в январе и июле к 2050 г. по отношению к нормам 1961–90 гг.

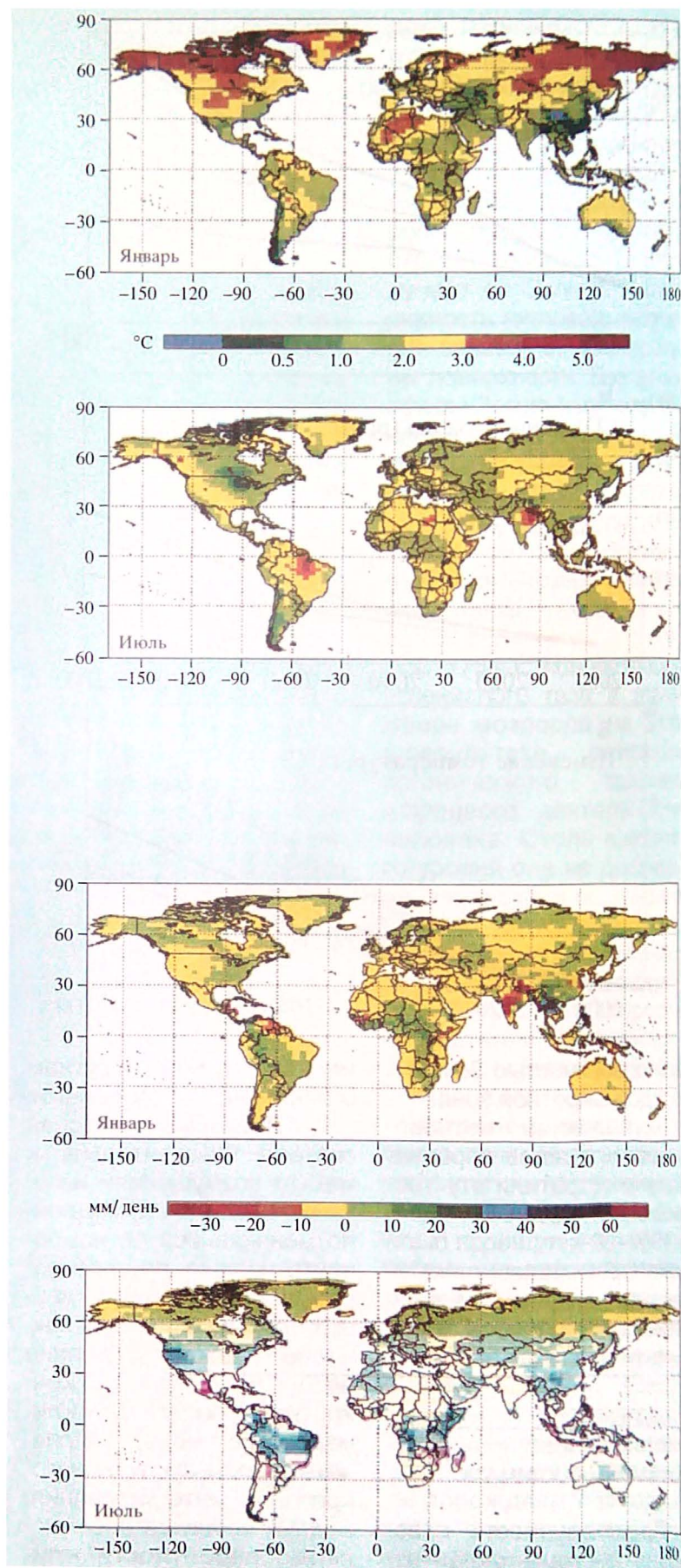
лей. Модели углеродного цикла позволяют рассчитать изменения концентрации парниковых газов, соответствующих каждому сценарию.

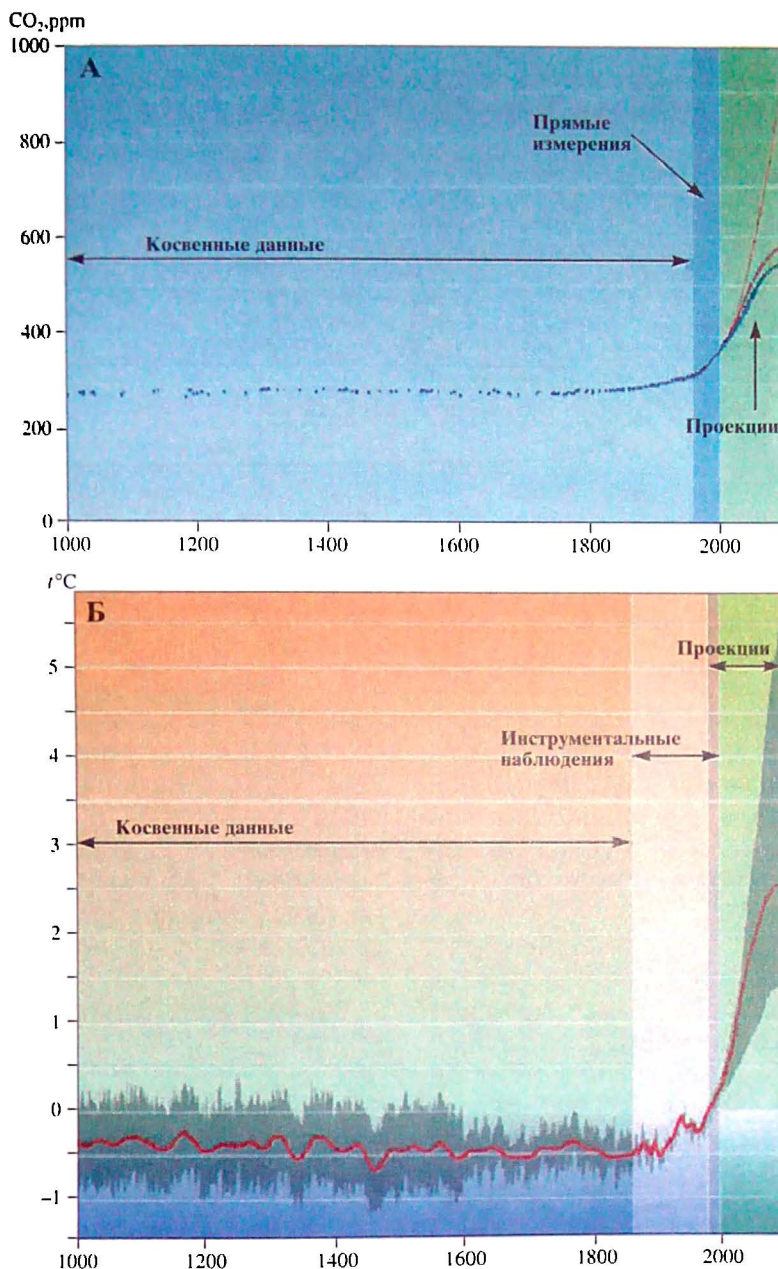
Затем для каждого сценария концентрации парниковых газов уже с помощью имеющихся моделей выполняются многократные интегрирования. Вычисленные изменения климата называют проекциями в отличие от прогнозов, поскольку точно неизвестно, какой сценарий осуществится в действительности. Удастся получить проекции для всех сценариев и для каждого в отдельности – по температурам, осадкам и другим климатическим переменным.

Согласно расчетам, в которых использовались климатические модели, повышение средней глобальной температуры в 1990–2100 гг. может составить от 1.5° до 5.8°C. Такое потепление не имеет прецедента в течение последних 10 тыс. лет! В результате **уровень Мирового океана может повыситься на 0.09–0.88 м.**

Следует подчеркнуть, что диапазон возможных изменений очень велик,

Оценка ожидаемых изменений атмосферных осадков в январе и июле к 2050 г. по отношению к нормам 1961–90 гг.





Наблюдаемые и ожидаемые в последующие 100 лет изменения: А – концентрации парниковых газов (в единицах эквивалентной концентрации CO₂, ppm); Б – глобально осредненной температуры приземного воздуха в предыдущие 100 лет. Наблюдаемые и ожидаемые изменения выглядят как взрыв.

тенсивном потеплении поверхности суши (по сравнению со всей Землей), в частности в высоких широтах в холодное время года. Потепление в арктических регионах Северной Америки и в северной и центральной частях Азии превышает средние глобальные оценки на 40%, в то время как в Южной и Юго-Восточной Азии (летом) и в Южной Америке (зимой) потепление оказывается меньше среднеглобального.

Зимой осадки, вероятно, возрастут во внетропических широтах Северного полушария и в Антарктиде. В низких широтах возможно как усиление, так и ослабление осадков, в зависимости от сценария выбросов.

Большинство ГКМ указывают на возрастание максимальных и минимальных значений температуры, увеличение числа жарких дней практически на всех материках и случаев интенсивных осадков – во многих регионах внетропических широт Северного полушария, уменьшение числа холодных дней – практически для всей суши Земли, сокращение амплитуды суточного хода температуры – в большинстве

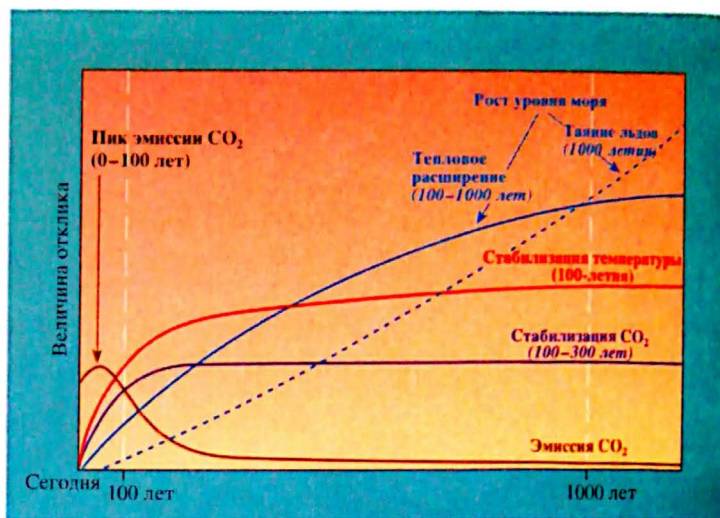
потому что использован большой набор допустимых сценариев эмиссии парниковых газов. Какой сценарий осуществится в действительности, зависит в значительной мере от стратегии человечества.

О том, как ожидаемые изменения распределятся в пространстве, судят по проекциям вероятных изменений температуры

воздуха и атмосферных осадков к 2050 г. Эти результаты получены с помощью модели Британской метеослужбы для сценария "обычная практика", в соответствии с которым не будут предприниматься специальные меры по изменению эмиссии парниковых газов.

Достаточно уверенно можно говорить о более ин-

Требуемые для стабилизации изменения эмиссии и соответствующие им ожидаемые изменения концентрации парниковых газов и глобально осредненной температуры приземного воздуха и уровня Мирового океана. Рост концентрации парниковых газов будет продолжаться еще 150–200 лет, а рост температуры – 200–250 лет.



ее регионов. Возможные изменения ряда других экстремальных явлений (например, штормы в средних широтах) современные ГKM не позволяют уверенно прогнозировать. А некоторые из явлений меньшего масштаба (например, грозы, торнадо, град, молнии) попросту не воспроизводятся современными ГKM. Оценки будущих изменений Эль-Ниньо (в ряде ГKM тенденции к усилению сохраняются) в настоящее время следует считать лишь предварительными.

Важно отметить, что масштаб ожидаемых изменений климата, например температуры за половину столетия, значительно меньше, чем изменения в пространстве между тропиками и полюсами, между зимой и летом и даже между ночью и днем.

МОЖНО ЛИ ОСТАНОВИТЬ
ВЗРЫВНОЙ ПРОЦЕСС?

В заключение рассмотрим общую картину прошлых и возможных в будущем изменений концентрации парниковых газов и изменений температуры воздуха у земной поверхности.

Изменения температуры воздуха, полученные по результатам моделирования, соответствуют двум экстремальным (высокому и низкому) и одному умеренному сценариям эмиссии газов. Температурные кривые расходятся веерообразно.

К 2100 г. возможен рост температуры от 1 до 5.8°C (экстремальный сценарий) и около 2.5°C (умеренный). Уже начавшиеся и предстоящие изменения по сравнению с предшествующим тысячелетием имеют взрывной характер. В четвертичный период (последний миллион лет) изменения климата происходили еще быстрее. Но человечеству **впервые предстоит встретиться со столь быстрыми изменениями климата.**

Можно ли смягчить надвигающиеся климатические изменения? Представим, что произойдет, если удастся осуществить сценарий эмиссии парниковых газов, позволяющий стабилизировать их концентрацию на уровне

450–1000 ppm через 100–300 лет, для чего пришлось бы снизить эмиссию в 3–5 раз за 100–200 лет (а это мало вероятно!). Температура, увеличиваясь в течение 100–150 лет, станет на 2–3°C выше теперешней. Уровень океана будет повышаться из-за продолжающегося таяния льда.

Однако малый эффект усилий по снижению темпов глобального потепления не может служить доводом для отказа от сокращения эмиссии парниковых газов. Это связано с тем, что увеличение их эмиссии может привести к значительному усилению потепления климата. Необходимо серьезно оценить последствия потепления (как негативные, так и положительные) и стоимость мер по предотвращению ожидаемых изменений, чтобы выработать правильную стратегию для обеспечения устойчивого развития человечества.

Работа частично поддержана РФФИ РАН (проекты 02-05-64982 и 00-05-64-873).

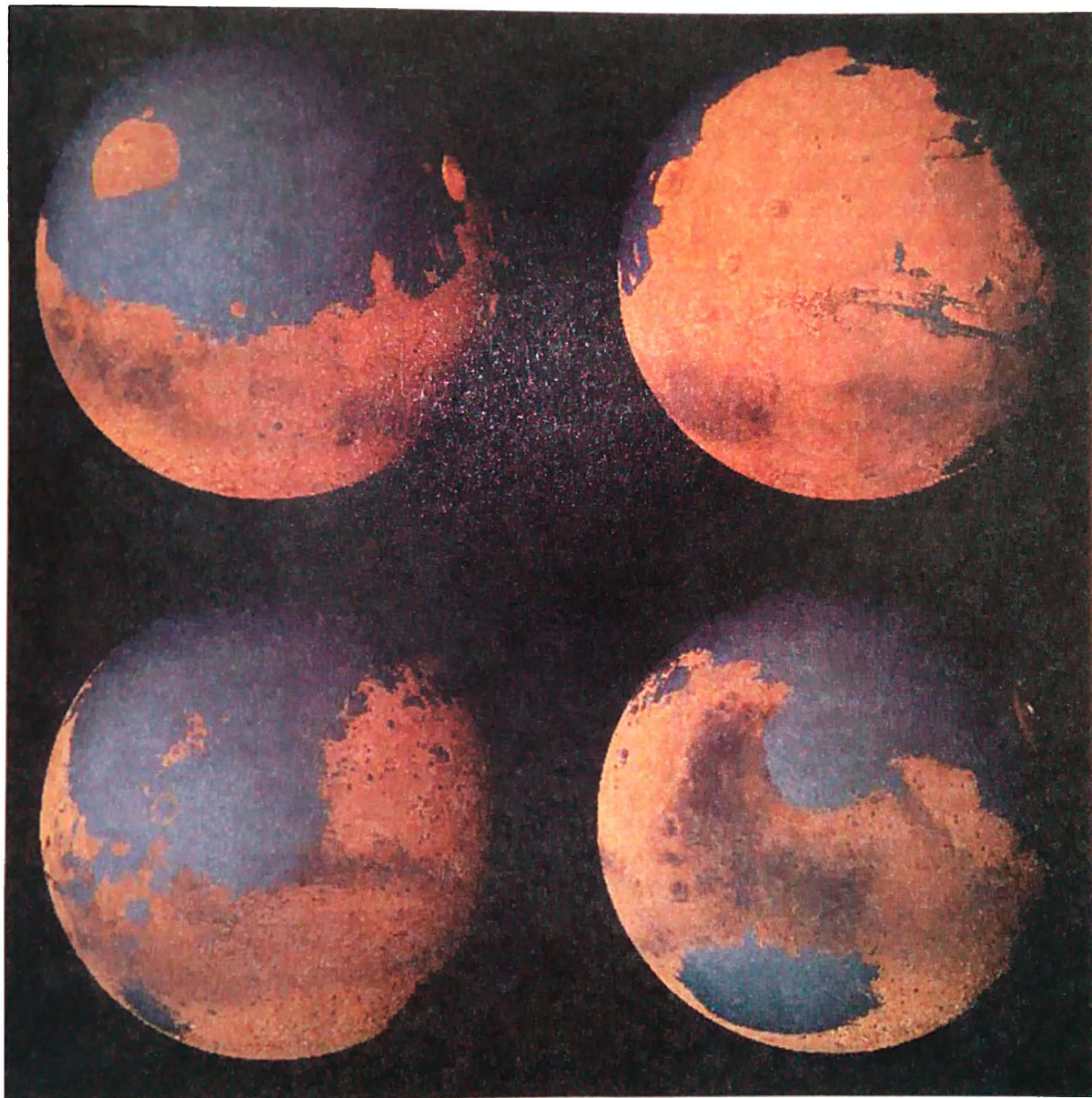
Древний океан на Марсе

На основе снимков, полученных АМС "Марс Глобал Сервейер" в 1999–2002 гг. (Земля и Вселенная, 2000, № 4; 2001, № 5), ученые установили, что в пойс-

кую эпоху, т.е. 3,6–4,5 млрд. лет назад (Земля и Вселенная, 2002, № 1), Марс подвергся мощной и длительной метеоритной бомбардировке. В результате появилось множество ударных кратеров, где, вероятно, стала скапливаться влага. Вода прибывала из низин и крупных бассейнов, например из кратерного моря или равнины Аргир. Источником жидкой воды могла быть также мерзлота, ведь климат стал бо-

лее теплым. Последние исследования говорят о длительном существовании жидких озер и морей на планете, непрерывное условие которого – стабильное поступление влаги и положительная температура.

Эту проблему на примере гигантского озера (или океана), находившегося в южной полярной области Марса, изучала группа планетологов из Национального музея авиации и космонавтики



Предполагаемые виды полушарий Марса около 3,7 млрд. лет назад, когда жидкая вода была там в изобилии. Древние моря и океан показаны фиолетовым цветом. Фото NASA.

при Смитсоновском институте в Вашингтоне (США), возглавляемая Р. Ирвингом. Бассейн имел сток в северном направлении через одну из крупнейших долин – Маадим (Маадим Валис) – шириной 8–15 км и длиной около 900 км. Данные, полученные “Марс Глобал Сервейер”, свидетельствуют, что долину пересекал округлый бассейн диаметром 490 км, находившийся на месте крупного ударного кратера. Питался океан из речного русла шириной 3 км в южной части кратера на высоте 950 м. В реку вода поступала из расположенной южнее океана впадины емкостью более 100 тыс. км³. Исследователи предложили именовать ее бассейном Эридания. Затем поток воды шел на север и вливался в кратерную низину. Палеоокеан возник, вероятно, около 3.7 млрд. лет назад и вы-

сох примерно в конце нойской эпохи.

Обилие низменностей в Северном полушарии Марса подтверждает, что это также бывший морской район. Подсчитано, что на единицу массы планеты приходилось тогда в 1.3 раза больше воды, чем сегодня на Земле. Средний уровень мог достигать 1250 м (!).

Ученые восстановили приблизительный ход событий. Упавший астероид поперечником 1.5 км в Южном полушарии изолировал район водосбора площадью 3 млн. км². Затем здесь несколько небесных тел образовали ряд ударных кратеров диаметром от 180 до 270 км и углубили бассейн местами до 1.5 км. Бассейн Эридания стал заполняться водой из местного водоносного слоя, к нему присоединился крупный водосток из

рек нагорья. Образовавшийся океан объемом 480 тыс. км³ занимал площадь 1.1 млн. км². Гигантское озеро было бессточным, но через несколько миллионов лет его уровень поднялся настолько высоко, что начался сброс воды через перемычку в долину Маадим. Находящийся поблизости кратер Гусев служил регулирующим поток водохранилищем, в нем накопилось около 15 км³ осадочных пород. Позднее в его берегах образовались прорывы и вода постепенно ушла. Столь подробно геологическую и гидрологическую историю любого из марсианских регионов до сих пор еще не удавалось восстановить.

Science, 2002, 296, 5576
Spaceflight, 2002, 44, 2

Информация

Поляризация реликтового излучения

Астрофизики Чикагского Университета (США) объявили об открытии поляризации реликтового излучения. Они использовали результаты наблюдений, проведенных на радиотелескопе DASI (Degree Angular Scale Interferometer – градусный угловой масштабный интерферометр), установленном на Южном полюсе Земли. Ранее с помощью этого инструмента бы-

ли обнаружены температурные вариации реликтового излучения. Поляризационный сигнал оказался в 10 раз слабее их. Если при поиске температурных вариаций понадобилось 92 дня наблюдений за 32 участками небесной сферы, то поляризацию зафиксировали после 200 дней наблюдений в двух пятнах реликтового излучения.

Эта поляризация несет нам информацию о первых этапах жизни Вселенной, в частности ее динамики, движениях материи в ней. Поляризация возникла, когда Вселенной было примерно 400 000 лет, при рассеянии электромагнитного излучения (вскоре после разъединения вещества излучения). Астрономы надеются теперь существенно уточнить картину ранней Вселенной.

Но самое интересное, что поляризация была предсказана и вычислена. Наблюдения полностью подтвердили вычисления, а тем самым и наши представления о Вселенной. Расчеты выполнены с учетом двух относительно новых и мало разработанных положений. Первое – наличие инфляционного этапа Вселенной, когда она очень сильно “раздувается” в первые мгновения своей жизни. Второе – присутствие во Вселенной “темной энергии”. Мы ничего не знаем об этой таинственной силе, кроме того, что она противодействует гравитации, ускоряя экспансию Вселенной.

UNIVERSITY OF CHICAGO
NEWS RELEASE
September 24, 2002

Исследуя малые небесные тела*

Роберт Бурнхэм

Земные радиолокаторы позволили обнаружить лед на Меркурии, помогли построить карту лавовых потоков на Венере и проследить вихревое движение потоков ледяной пыли вокруг кометных ядер. Но наибольшую эффективность радиолокаторы показали при изучении астероидов.

В марте 2001 г. астероид **1950 DA** пронесся мимо Земли на расстоянии, в 21 раз большем, чем расстояние от Земли до Луны. В масштабе Солнечной системы этот "промах" был значительным — около 7.8 млн. км. Астероиды часто пролетают около Земли и гораздо ближе. К сожалению, люди в основном игнорируют тот факт, что Земля движется в области опасно приближающихся к ней астероидов. Один из них может упасть на нашу планету. По мере движения астероида 1950 DA вблизи



Земли специалисты по радиолокации регистрировали отраженный от него эхосигнал, используя антенны обсерватории Аресибо в Пуэрто-Рико и радиолокационную сеть NASA "Дип Спейс" (Голдстоун, Калифорния). Подобно дорожному полицейскому, неотступно преследующему нарушителя, радиолокаторы наблюдали за астероидом 1950 DA с высокой точностью, чтобы определить его орбитальные параметры.

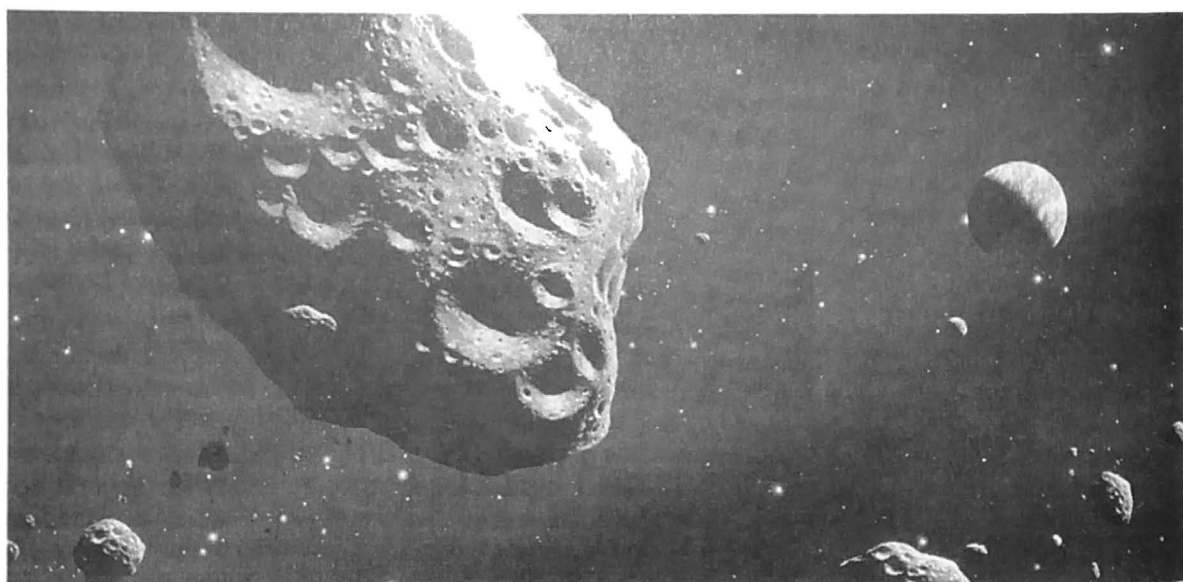
"При обнаружении какого-то нового астероида радиолокатор является наиболее эффективным методом определения его точной орбиты, — считает специалист по планетным исследованиям С. Остро из Лаборатории реактивного движения (JPL) в Пасадене (Калифорния). С помощью радиолокатора можно определить пространственное положение сближающегося с Землей астероида с точностью до 10 м, а его скорость — до миллиметра в секунду".

Прогноз вариаций орбиты астероида 1950 DA принес неприятный сюрприз. Расчеты показали: в марте 2880 г. он может столкнуться с Землей в районе Северо-Атлантического побережья США. Вероятность этого события примерно 1:300, т.е. мала, но достаточна, чтобы рассматривать 1950 DA диаметром 1.3 км как наиболее опасное космическое тело из всех известных. Однако в расчетах не учтены такие неопределенные величини-

*"Planetary Report", 2002, № 4.



Три антенны в Голдстоуне (диаметром 34 м каждая) всматриваются в глубины космического пространства. Фото JPL/NASA.



На рисунке "Сокрушительная сила" (одно из воплощений индийского бога Вишну) изображены астероиды, блуждающие в опасной близости к Земле. Тот факт, что большинство астероидов движутся в космическом пространстве между орбитами Марса и Юпитера на безопасном расстоянии от Земли, создает иллюзию неуязвимости от астероидов. Большое количество ударных кратеров доказывает, что падение космических тел не такое уж редкое явление.

ны, как, например, скорость эволюции орбиты 1950 DA под действием давления на него солнечного света в течение почти

900 лет, его суточный нагрев, охлаждение и некоторые другие эффекты.

"Оптические обзоры в комплексе с радиолокаци-

онными наблюдениями могут обеспечить нас данными, позволяющими выполнить упреждающий прогноз на столетия вперед", -

полагает Дж. Жиоржини, инженер по радиолокации JPL. Д. Йоманс, менеджер программы NASA по изучению сближающихся с Землей объектов, с ним согласен: "Радиолокатор позволяет нам продвинуть временную границу прогноза в будущее в 5–10 раз".

Если когда-нибудь ученые обнаружат астероид, летящий к Земле, нужно будет время, чтобы подготовиться к встрече с ним. По мнению С. Остро, информация о 1950 DA заставляет размышлять в масштабе тысячелетий. 1950 DA не угрожает нам или нашим ближайшим потомкам, и у нас есть время, чтобы понять, как избежать возможной катастрофы.

ВГЛЯДЫВАЯСЬ В НЕБЕСА

Радиолокатор для изучения дальнего космоса, появившийся в процессе усовершенствования военного радиолокатора времен второй мировой, — результат объединения инженерной электроники, радиоастрономии и планетологии. Это единственный вид наземной астрономии, который позволяет экспериментировать с наблюдаемым объектом. Радиолокатор похож на тот, что применяется для слежения за самолетами или измерения скорости автомо-

билей, но использует значительно более сильный сигнал. Мощность планетных радиолокаторов для исследования Солнечной системы — от 0.5 до 1 МВт (примерно в 10–20 раз больше, чем у современных коммерческих радиостанций), а радиус их действия простирается до орбиты Сатурна. Специалисты могут менять поляризацию, модуляцию и силу излучаемого сигнала. Изменения в эхосигнале несут информацию о вращении и форме наблюдаемого объекта, его крупно- и мелко-масштабной топографии, размерах частиц на его поверхности, составе и структуре вещества, а также плотности. Астрономические исследования проводятся без помощи спутников.

Комбинированный режим "передача–прием" используется при выполнении радиоастрономических задач и для слежения за космическими аппаратами, например на радиолокаторе обсерватории Аресибо (диаметр зеркала 305 м) и 70-м радиоантенне DSS-14 NASA в Голдстоуне. Каждая этих антенн может излучать и принимать сигнал. Есть еще один вариант: излучающая антенна и несколько других принимающих. Вместе с ними в Аресибо и

Голдстоуне работают другие инструменты, в т.ч. 100-м антенна "Грин Бэнк" в Западной Вирджинии и 34-м антенна в Голдстоуне. Кроме того, сверхбольшая сеть радиотелескопов в Нью-Мексико, состоящая из 27 зеркал, зарекомендовала себя как комплекс высокого разрешения.

"Размер радиотелескопа в Аресибо означает, что дальность его действия вдвое превышает дальность действия инструмента в Голдстоуне; с другой стороны, высокая подвижность антенн в Голдстоуне позволяет с их помощью увеличить область обзора неба вдвое, а продолжительность наблюдений объектов — втрое", — утверждает С. Остро.

ПОИСК ОПАСНЫХ АСТЕРОИДОВ

В 1998 г. Конгресс США обязал NASA в течение 10 лет выполнить идентификацию 90% всех астероидов и комет крупнее 1 км, обращающихся на орбитах, близких к земной (Земля и Вселенная, 2001, № 2). Указан предельный раз-

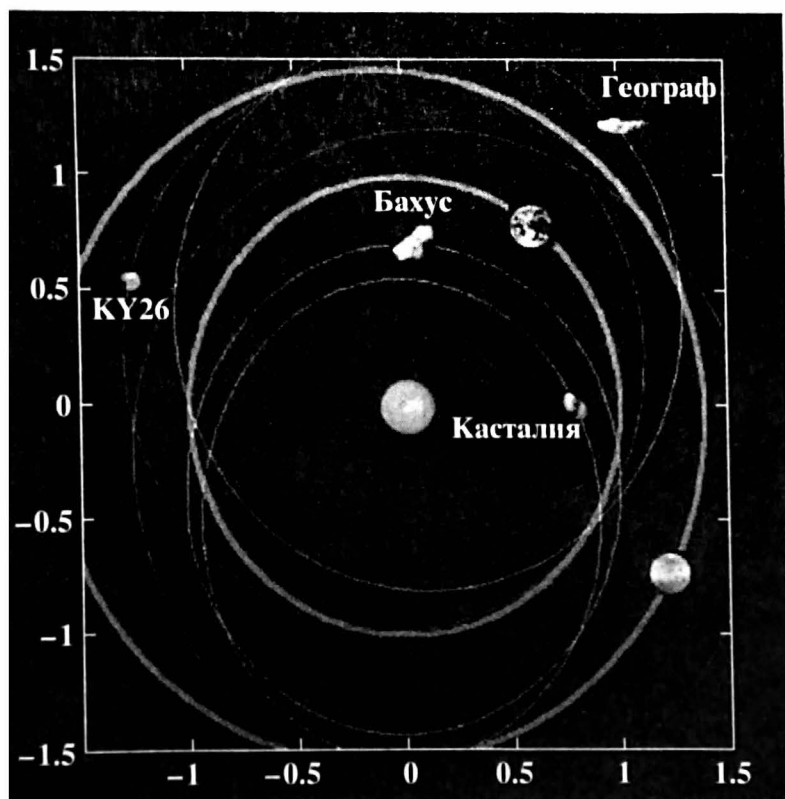
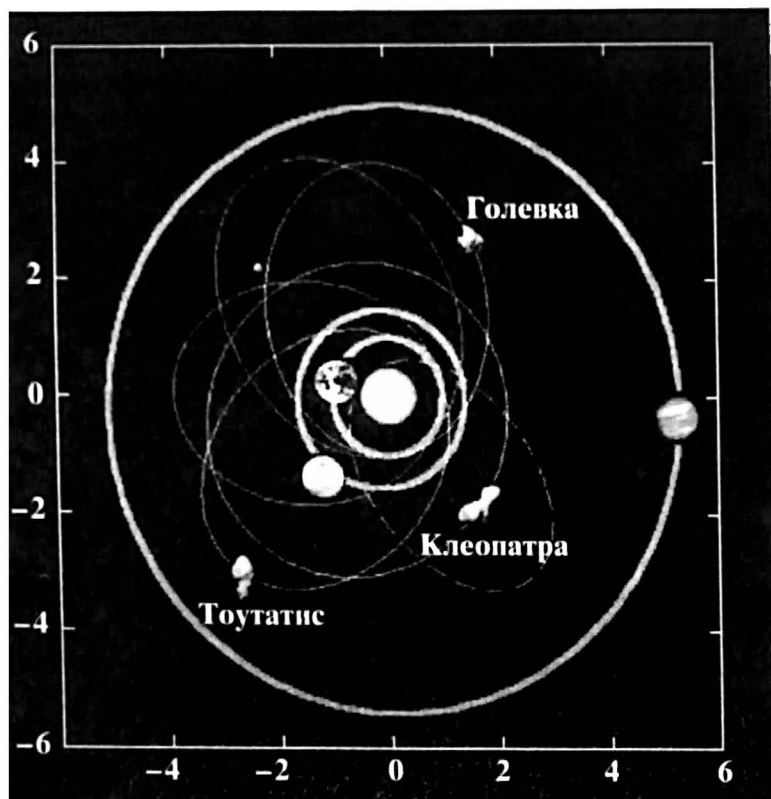


Открытый в 1950 г. астероид 1950 DA был утерян из вида через 17 дней наблюдений. Обнаруженный 31 декабря 2001 г. объект оказался астероидом, утерянным 50 лет назад. Радиолокационные наблюдения в Аресибо позволили получить детальное изображение 1950 DA в марте 2002 г. при его сближении с Землей на расстоянии 7.8 млн. км. Слегка асимметричный сфероид диаметром 1.3 км в 2880 г., согласно расчетам, приблизится к Земле на расстояние, которое нельзя считать безопасным. Фото JPL/NASA.

На диаграммах (С. Худсон, Вашингтонский государственный университет) показаны орбиты нескольких известных астероидов Главного пояса, приближающихся к Солнцу и планетам (размеры астероидов и планет не соответствуют масштабу рисунка).

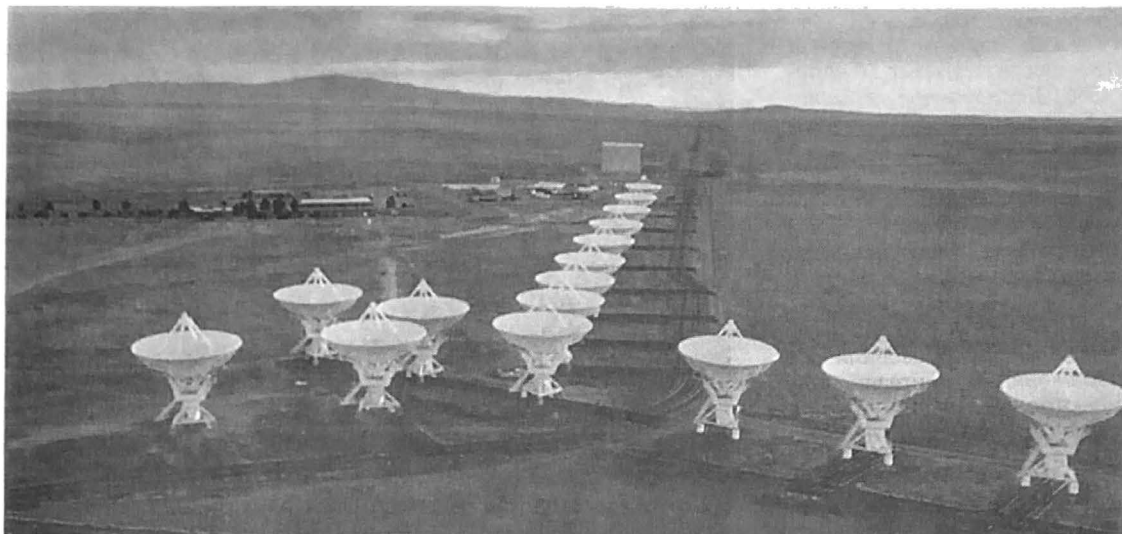
ют изображения значительной части небесной сферы и регистрируют все объекты ярче заданной величины. Так, в начале апреля 2002 г. найдено 1800 сближающихся с Землей астероидов (СЗА), из них 600 достаточно крупные, чтобы привести к значительным разрушениям земной поверхности в случае столкновения с ней. По оценке ученых, вероятно обнаружение до 1000 СЗА больше 1 км.

Радиолокационные наблюдения обычно проводятся уже после расчета предварительных орбит найденных СЗА. Специалисты проверяют, можно ли эти тела обнаружить с помощью радиотелескопов в Аресибо или Голдстоуне. Как только радар регистрирует сигнал от астероида, его орбита вычисляется точно. "Даже единичная регистрация отраженного сигнала от астероида является гарантией, что этот астероид не будет потерян в течение десятилетий или даже столетий", — утверждает С. Остро. Поскольку, как правило, СЗА оказывается доступным для наблюдений, по крайней мере, раз в несколько десятилетий, важно, чтобы радионаблюдения СЗА проводились при любой возможности.



мер небесных объектов, столкновение с которыми может иметь глобальные последствия.

Обнаруживают малые небесные тела при оптических обзорах, в ходе которых одновременно получа-



Сверхбольшая сеть из 27 радиотелескопов, каждый диаметром 25 м (долина вблизи Нью-Мексико). Данные от всех антенн комбинируются так, что достигается угловая разрешающая способность, равная сплошной антенне с поперечником 36 км, а чувствительность эквивалентна сплошной антенне диаметром 130 м. Фото Д. Финли с разрешения Национальной радиоастрономической обсерватории.

ИЗУЧАЯ КАМЕННЫЕ ГЛЫБЫ

Радары позволили изучить ряд СЗА, которые рассматриваются как первоочередные кандидаты для освоения. Некоторые из них более доступны для исследований, чем Луна. СЗА могут быть идеальными местами при испытаниях космической техники в ходе пилотируемого полета на Марс.

Один из сближающихся с Землей астероидов, 1998 KY26, представляет

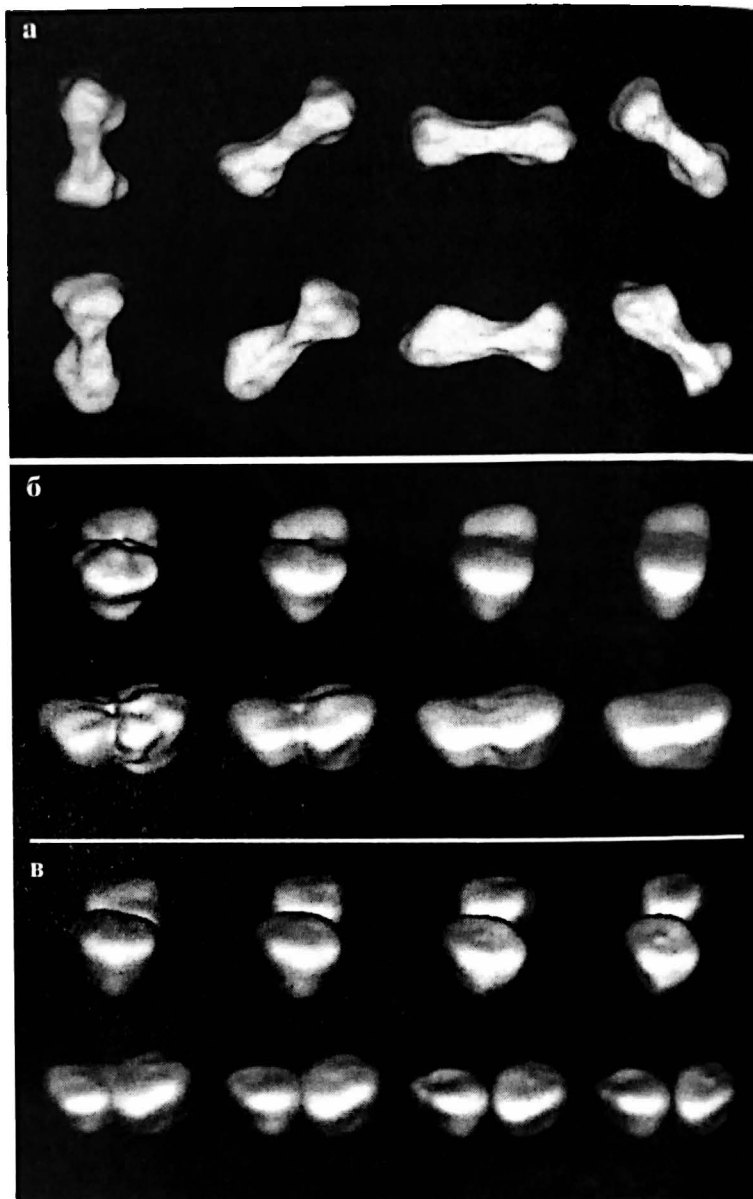
собой небесное тело ромбовидной формы размером с бейсбольное поле (175×125 м). Этот объект движется с периодом обращения 1.36 года по орбите, которая пересекается с земной, и почти дости-

гает орбиты Марса. Астероид 1998 KY26 – углистый хондрит, содержит 5–20% химически связанной воды. Значительные количества водорода и кислорода для нужд человека можно легко извлечь из

Удлиненное пятно справа (показано стрелкой) – астероид Касталия, обнаруженный 9 августа 1989 г. Э. Хелин с помощью 18-дюймового телескопа Шмидта на Паломарской обсерватории. Несколько дней позже этот астероид прошел через поле обзора обсерватории Аресибо. Полученные радиолокационные данные были использованы для построения трехмерной модели астероида. Фото JPL/NASA.



Разные виды трехмерной компьютерной модели астероида 216 Клеопатра (открыт 10 апреля 1880 г.), основанной на радиолокационных данных: а) астероид 216 Клеопатра длиной около 217 км, шириной около 94 км; б и в) компьютерные модели астероида 4769 Касталия. Группа астрономов на 305-м телескопе Аресибо вела наблюдение, применяя сложные компьютерные методы. Ученые раскодировали эхосигналы, преобразовали их в изображения и синтезировали компьютерную модель фигуры астероида. Рисунки JPL/NASA.



него. При подлете к астероиду с низкой околоземной орбиты достаточно уменьшить скорость всего на 3.3 км/с.

Проектируемый АМС "MUSES-C" (Япония) предназначен для прямого исследования другого СЗА — 1998 SF36. Аппарат должен быть запущен в конце 2003 г. Программа полета включает посадку на SF36 и сбор образцов на его поверхности в середине 2005 г. и их возврат на Землю — в июне 2007 г.

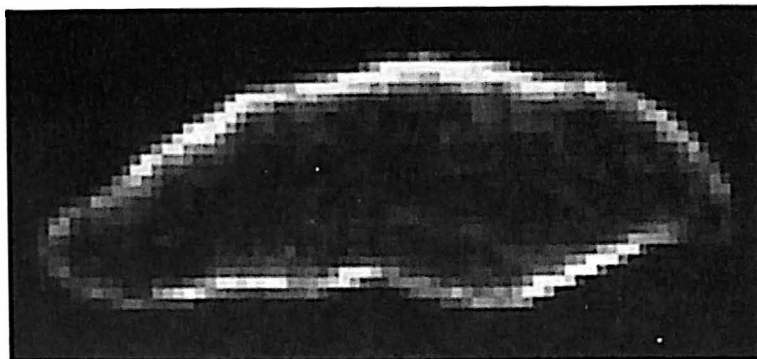
ОСУЩЕСТВЛЯЯ КОНТАКТ

Радиолокатор, помимо точного определения орбиты астероида, дает единственную возможность получить на Земле изображение небесного тела. Осенью 1989 г. группа, возглавляемая С. Остро, изучала только что открытый СЗА 1989 РВ (4769 Касталия). Увиденное их поразило. Медленно вращающаяся Касталия в радиолуче выглядела как тело, состоящее из двух частей.

Астероиды отличаются своими особенностями. На покрытой пылью поверхности 1620 Географа видны, например, следы кратеров, а ближе к краю — груды булыжников. Его длина — 5.1 км, в три раза превышает ширину. Другое странное тело — 216 Клеопатра длиной 143 км, его форма напоминает кость, а высокая радиоотражательная способность свидетельствует о металлическом составе. С. Худсон

из Вашингтонского государственного университета преобразовал 18 радиоэхофрагментов астероида 4179 Тютатис в трехмерную компьютерную модель. Оказалось, что Тютатис — неправильной формы: $1.9 \times 2.4 \times 4.6$ км. На радиолокационном изображении видны, кратеры, линейные структуры, а также выпуклые скалы, покрывающие треть его поверхности. С помощью радара установлено, что вращение

Тутатиса – сложное, с периодами 5.4 и 7.3 дня. Такое “покачивание” Тутатиса может быть результатом нецентральных столкновений, при которых произошло объединение сталкивающихся тел. Стало известно, что у некоторых СЗА есть спутники. Очевидно, что СЗА – весьма необычные тела, а последние опубликованные радиолокационные данные показывают, как мало мы о них знаем, хотя и живем в их потоке.



Астероид 1620 Географ открыт на обсерватории Маунт Паломар в сентябре 1951 г. и повторно наблюдался в 1994 г. Это восьмой СЗА, исследованный с помощью радиолокации. Данный метод позволяет получать изображения СЗА с разрешением до 8 м, сравнимым с разрешением космических снимков, сделанных АМС “Галилео” и “НЕР-Шумейкер”. Фото JPL/NASA.

НАБЛЮДАЯ ДВОЙСТВЕННОСТЬ

Напомним, что на поверхности Земли имеются многочисленные двойные кратеры, они могли возникнуть в результате падения двух метеоритов, двигавшихся рядом. Поэтому последнее сообщение об обнаружении пяти СЗА со спутниками подтверждает необходимость решения ряда неотложных задач как в научном плане, так и с точки зрения безопасности. С помощью радаров недавно обнаружены пять двойных СЗА (2000 DP107, 2000 UG11, 1994 KW4, 1998 ST27 и 2002 BM26). Другие методы, за исключением космических миссий, не дают такой полной информации.

Ученый-планетолог Ж.-Л. Марго из Калифорнийского технологического института возглавляет научную группу, опубликовавшую расчеты орбит двойных СЗА. Причиной их возникновения Ж.-Л. Марго считает приливные эффекты: “Радиолокация по-

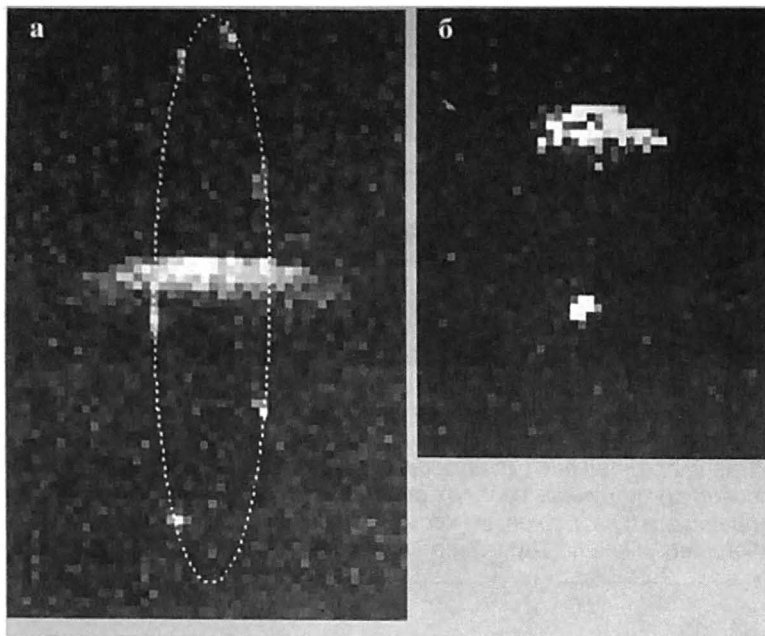
казывает, что многие сближающиеся с Землей астероиды являются пористыми горами булыжников со слабым сцеплением. Поэтому близкий пролет у Земли, например в пределах нескольких радиусов, приводит к возникновению приливных сил, способных разорвать эти объекты. Мы наверняка обнаружим еще больше таких систем. Судя по результатам обзора, примерно один из каждых шести СЗА, превышающих 200 м в поперечнике, может быть двойной систе-

мой. Расчеты показывают, что двойными СЗА становятся при существовании примерно 10 млн. лет на орбитах, пересекающихся с земной. Можно считать, что в среднем новая двойная система появляется каждые 20 тыс. лет”.

Когда перед нами встанет необходимость увести какой-то СЗА с опасной траектории, будет нужен радиолокатор для изучения его формы, плотности, упругости, отражательной способности, состава и выяснения, является ли он

Астероид 1999 KW4, сближающийся с Землей, стал третьим двойным астероидом, обнаруженным с помощью радара (Голдстоун, май 2001 г.). На рисунке совмещены отдельные экспозиции по нескольким часам. Спутник движется вокруг главного объекта по часовой стрелке. Диаметр главного тела – 1.5 км, спутник примерно втрое меньше. Фото JPL/NASA.





Комбинированное изображение астероида 2000 DP107 – первого двойного астероида в окрестностях Земли (Аресибо, октябрь 2000 г.): а) первичный (большой) объект почти сферической формы, его спутник показан в разные фазы орбитального цикла (орбита выглядит как эллипс, на самом деле она круговая); б) астероид 2000 UG11 – второй сближающийся с Землей двойной астероид между первичным объектом (вверху изображения) размером около 230 м и вторичным (яркая точка ниже) – примерно 300 м. 7 ноября 2000 г. Фото Ж.-Л. Марго, Калифорнийский технологический институт.

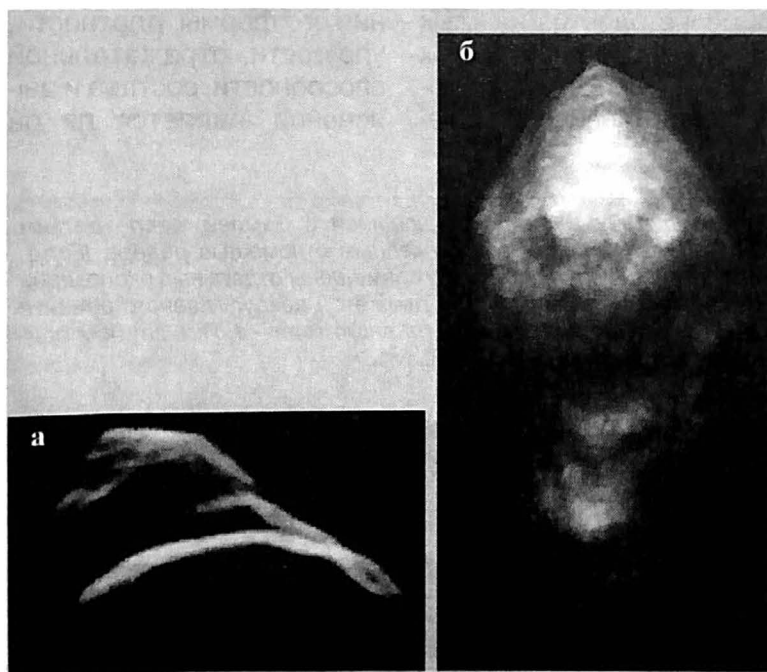
двойным (Земля и Вселенная, 2003, № 2).

ЗАГЛЯДЫВАЯ В БУДУЩЕЕ

Радиолокация астероидов позволяет получать уникальные результаты, которые другими методами могут быть достигнуты только при значительно

больших затратах. Учитывая это, NASA недавно выделило 11 млн. долларов на модернизацию оборудования обсерватории Аресибо. В настоящее время NASA предусматривает в бюджете почти 2,5 млн. долларов на все типы исследований астероидов, включая ра-

На планетную радиолокацию в Аресибо предусмотрено менее 8% наблюдательного времени, и примерно половина его используется на исследования астероидов. В Голдстоуне на те же цели отводится 6% времени и менее половины его – на изучение астероидов. Объем работ по планетным исследованиям в Голдстоуне уменьшится при росте количества запросов на сопровождение космических миссий в предстоящие годы. Международные ра-



Астероид 4179 Тютатис открыт в 1989 г. Его эллиптическая орбита с периодом обращения 4 года слегка пересекается с земной и простирается до главного пояса астероидов. В сентябре 2004 г. произойдет наибольшее сближение Тютатиса с Землей по сравнению с другими астероидами и кометами за 30 лет. На изображении самого высокого разрешения (а) видны кратеры с размерами от 100 до 600 м. Компьютерная модель (б) показывает асимметричную форму астероида. Фото JPL/NASA; справа – модель С. Худсона, Вашингтонский государственный университет.

дарные эксперименты хотя и проводятся, но США будут лидировать в этой сфере до тех пор, пока на их гигантских антеннах выполняется большая часть исследований. Планетная радиолокация – узкое, но перспективное направление. Несмотря на это, возникают ограничения из-за необходимости выполнять на радиотелескопах другие сложные задачи.

Радарные исследования нужны для открытия новых

астероидов и их изучения, а также для слежения за СЗА. Кроме того, планетные радары используются при выполнении таких исследований, как, например, построение карты распределения льда и других ископаемых вблизи полюсов Меркурия, зондирование поверхности Титана или изучение околоядерных зон комет – и все это с поверхности Земли.

Планетная радиолокация – одно из наиболее

многообещающих направлений наряду с космическими миссиями. Она позволяет обеспечить нас жизненно важной информацией об окружающих Землю малых небесных телах, особенно о тех, которые могут нанести нам вред.

Перевод с английского
В.В. БУСАРЕВА

Информация

Умолк “Пионер-10”

В конце февраля 2003 г. стало известно, что прекратилась (навсегда ли?) связь с американской межпланетной станцией “Пионер-10”, запущенной 31 год назад (3 марта 1972 г.). “Пионер-10” – первый космический аппарат, который приблизился к Юпитеру (в декабре 1973 г.), прошел примерно в 130 тыс. км от этой, самой большой, планеты Солнечной системы и передал на Землю фотографии со множеством тонких деталей и данные о мощном магнитном поле и обширном радиационном поясе. АМС и установленная на ней научная аппаратура не пострадали при пролете “Пионера-10” через

Главный пояс астероидов (между орбитами Марса и Юпитера) и над экваториальными районами Юпитера, где особенно интенсивна радиация в поясе, существование которого предполагалось еще в середине 50-х гг. Это предположение основывается на открытии радионизлучения Юпитера (Б.Ф. Барк и В. Франклин, США, 1955 г.), указывающем на то, что планета обладает магнитным полем, значительно превосходящим земное, и, вероятно, имеет обширный радиационный пояс.

После пролета вблизи Юпитера приборы АМС продолжали работать более трех десятилетий, хотя приходящий на Землю сигнал, конечно, постепенно слабел.

Один из последних сигналов связи состоялся 14 июля 2002 г. Для радиоконтакта использовалась станция дальней связи под Мадридом. К этому времени сигнал преодолевал расстояние от

АМС до Земли более чем за 11 ч. “Пионер-10” находился примерно в два раза дальше от Солнца, чем Плутон, и все еще летел к границам Солнечной системы (ведь до “облака комет Оорта” очень далеко!).

В нашем журнале информация о “Пионере-10” публиковалась на протяжении всего времени полета космического аппарата (Земля и Вселенная, 1972, № 4; 1974, № 2; 1977, № 3; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 2000, № 4; 2001, № 5; 2003, № 1).

Полет все еще безмолвного “Пионера-10” продолжается. КА мчится по направлению к Альдебарану, и пройдет не менее двух миллионов лет, прежде чем он, возможно, окажется “вблизи” этой звезды. Обнаружит ли “кто-нибудь” находящееся на борту АМС послание землян, адресованное внеземной цивилизации?..

Е.П. ЛЕВИТАН

Гавриил Адрианович Тихов

Г.А. Тихов – выдающийся отечественный астрофизик, исследователь Марса (Земля и Вселенная, 1975, № 6) – вошел в историю мировой науки как основоположник астробиологии.

Родился Гавриил Адрианович Тихов 1 мая 1875 г. в местечке Смолевичи в Белоруссии. В 1893 г. окончил с золотой медалью Симферопольскую гимназию. Еще тогда будущий ученый увлекся астрономией, эту страсть он пронес через всю жизнь. По окончании гимназии Гав-

риил поступил на физико-математический факультет Московского университета, который блестяще окончил в 1897 г. В 1898–1900 гг. продолжил образование в Парижском университете – Сорбонне. Работал практикантом в Медонской обсерватории под руководством французского астронома П. Жансена.

Вернувшись в Россию в 1902 г., Гавриил Адрианович защитил диссертацию, получил ученую степень магистра и стал преподавать математику в высших и средних учебных заведениях Москвы и Екатеринослава. Однако молодого ученого не покидала заветная мечта – работать в знаменитой Пулковской обсерватории. Она осуществилась в сентябре 1906 г., когда Г.А. Тихова зачислили на должность адъюнкт-астронома Пулковской обсерватории сверх штата. В обсерватории ему предоставили небольшой астрограф, с помощью которого он долгие годы проводил наблюдения. В это время Г.А. Тихов с увлечением занимался астрофизикой, изучая физическую природу небесных тел, в частности планет. Много времени посвятил молодой ученый исследованию цвета различных небесных тел. И до сих пор незаменимыми являются обширные каталоги цвета около 18 тыс. звезд (1937, 1951), составленные Г.А. Тиховым и его учениками. Он первым предложил и использовал метод колориметрии со светофильтрами – измерение лучевых скоростей спектрально-двойных звезд в разных участках спектра (1898), а также применил



Гавриил Адрианович Тихов (1875–1960).

продольный спектрограф для определения цвета звезд по разности фаз кривых блеска переменных (1908). Обнаружил запаздывание фаз у затменных звезд в коротковолновой области спектра (эффект Тихова–Нордмана).

Особый интерес представляют исследования Г.А. Тиховым природы Марса. Гавриил Адрианович заинтересовался Марсом еще в Пулковской обсерватории, где он работал до 1911 г. Тогда же он разработал и впервые применил новый метод исследования планет – с помощью **светофильтров**. В 1909 г. во время великого противостояния Марса он изготовил светофильтры, через которые получил свои первые фотографии в разных участках спектра. Гавриил Адрианович установил характер изменений цвета ряда участков марсианской поверхности и открыл три явления, получившие название **“эффекты Тихова”**. Обнаружил различие размеров и яркости полярных шапок в разных диапазонах, существование голубой дымки в атмосфере Марса. Именно он установил, что низменности (“моря”) Марса кажутся особенно темными в красный светофильтр, тогда как при использовании зеленого они выделяются слабо. Полярные шапки, наоборот, – наиболее яркие в зеленых лучах. Понижение резкости деталей к краю диска особенно заметно в зеленых лучах и слабее выражено в красных (снимков в синих и фиолетовых лучах Г.А. Тихов тогда не делал). Лишь 15 лет спустя аналогичные исследования были выполнены в США У. Райтом и еще позже – В. Россом. Кроме того, Гавриил Адрианович с помощью колоримет-



ра исследовал Сатурн (1909, 1911), Уран и Нептун (1922).

...Грянула первая мировая война. Г.А. Тихова призвали в армию, служил летчиком-наблюдателем в авиационных частях. Занимаясь аэрофотосъемкой, он основал науку о видимости далеких предметов – **визибилитрию**, опередив американцев на пять лет. После окончания войны Гавриил Адрианович вернулся к телескопическим наблюдениям в Пулково. В 1919 г. Г.А. Тихов организовал и в течение 30 лет возглавлял Астрофизическое отделение в Государственном естественно-научном институте им. П.Ф. Лесгафта в Ленинграде, сыгравшее большую роль в подготовке кадров астрофизиков. В 1919–31 гг. читал лекции по астрофизике в Петроградском университете. Его слушателями были В.А. Амбарцумян, В.П. Цесевич, В.Б. Никонов, Н.И. Кучеров, Н.А. Козырев.

Как известно, чем ближе и больше астрономический объект исследования,

тем большие требования предъявляются к точности его параметров, тем тщательнее должно изучаться влияние земной атмосферы на данные астрофизических наблюдений. С этой целью в 1920 г. Г.А. Тихов сконструировал **сапфирный цианометр**. Подробное описание устройства данного прибора опубликовано в 1921 г. в Известиях научно-исследовательского института им. П.Ф. Лесгафта и в его монографии "Наблюдения ясного неба сапфирным цианометром в 1936–1944 гг.", изданной АН Казахской ССР в Алма-Ате в 1948 г. Во второй том трудов Г.А. Тихова (1955), посвященный работам по оптике атмосферы, входят все его статьи о сапфирном цианометре.

В сравнении с существующими системами визуальных фотометров сапфирный цианометр системы Г.А. Тихова дает наиболее надежные данные по цвету и яркости небесного свода. Многочисленные измерения спектра дневного ясного неба и спектра солнечного света, прошедшего через сапфир, проведенные Г.А. Тиховым, показали, что цвет зависит от постепенного усиления поглощения света с переходом от синих лучей к красным.

Наблюдения с помощью сапфирного цианометра Г.А. Тихов проводил более

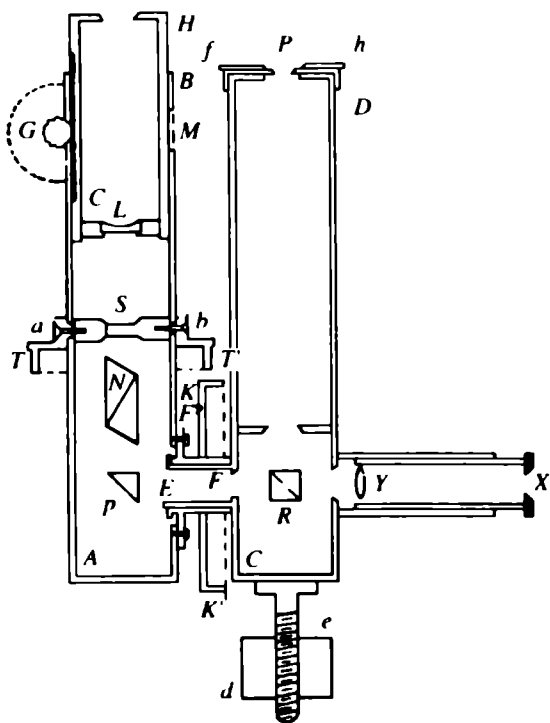
чем в 30 пунктах Советского Союза. в самых различных физико-географических и климатических условиях в течение длительного времени. Последнее обстоятельство позволяло проверять устойчивость получаемых этим методом закономерностей и определять, насколько исключителен их характер для различных районов.

Этот метод дает возможность понять характер распределения пылевых частиц в атмосфере по вертикали и наложения на показатели яркости небесного свода влияния дымки и многократного рассеяния света в атмосфере. Основное отличие данного прибора от существующих систем визуальных фотометров и цианометров – использование в качестве эталона сравнения солнечного света, прошедшего через пластинку сапфира. Ее положение, соответствующее наибольшей глубине или густоте окраски лучей, пропускаемых сапфиром, отмечено на круге ТТ', соединенном с оправой сапфира, делением 90° . Изменение оттенков цвета естественного неба и поляризации света по вертикали Солнца от края околосолнечного ореола до приземной дымки у горизонта хорошо передается при различных углах поворота пластинки сапфира и записывается в градусах угла поворота.

В 1927 г. Г.А. Тихова избрали членом корреспондентом АН СССР.

В 1930 г. он организовал аэрофотометрическую лабораторию в Государственном научно-исследовательском институте аэросъемки.

Гавриил Адрианович принял участие в 20 научных экспедициях, в пяти из них наблюдал полное солнечное затмение (1914, 1927, 1936, 1941 и 1945). В 1936 г. он установил: солнечная корона состоит



Устройство сапфирного цианометра системы Г.А. Тихова: AB – трубка с сапфиром, направляемая на Солнце; L – линза фотометрической трубки GH; S – сапфир; R – стеклянный куб из двух призм полного внутреннего отражения; N – никель; CD – трубка; Y – линза окуляра YX, окуляр отфокусирован на центр куба R; TT' – круг, соединенный с оправой сапфира; KK' – круг для отсчета положения трубки CD и h; de – противовес для равновесия трубки GH; P – диафрагма.

из двух частей – равномерно светящейся шаровой короны и лучистой короны, которая пронизывает своими лучами шаровую. Г.А. Тихов изучал пепельный свет Луны и цвет ясного дневного неба. Занимаясь также спектрофотометрией, он сконструировал ряд астрономических приборов.

В 1941 г., уже после начала Великой Отечественной войны, Г.А. Тихов с группой пулковских астрономов приехал в г. Алма-Ата для наблюдения полного солнечного затмения 21 сентября 1941 г. и остался там работать. В только что организованном Астрофизическом институте при Академии наук Казахской ССР Гавриил Адрианович продолжал изучать Марс, пытаясь найти на нем признаки растительной жизни.

В конце 1945 г. Г.А. Тихов на заседании Президиума Казахского филиала АН СССР выступил с докладом, где подвел итоги своих 40-летних наблюдений Марса. На этом заседании он сформулировал положения новой науки – **астроботаники**. Ученый предположил, что наша Земля – не единственное средоточие жизни, т.е. живое может так или иначе проявлять себя и в других мирах (Земля и Вселенная, 2001, №№ 4–6). Астроботаника изучает организмы в тесном единстве не только с окружающими их нормальными условиями жизни, но и в экстремальной среде, в которой может оказаться живой организм.

В 1946 г. Г.А. Тихова избрали действительным членом Академии наук Казахской ССР, а в 1948 г. – почетным членом Всесоюзного астрономо-геодезического общества при АН СССР.

Исследование растительных покровов Марса развивалось настолько бурно, что в 1947 г. при Президиуме АН Казахской ССР был организован специальный Сектор астроботаники. Гавриил Адрианович руководил им до конца жизни, основал школу астробиологов. Под руководством Г.А. Тихова сотрудники Сектора астроботаники на протяжении поч-



ти 14 лет исследовали 36 труднодоступных районов – на Тянь-Шане, Памире, Кавказе, Сибири и на берегах Ледовитого океана. Среди оптических свойств растений особенный интерес представляет их флуоресценция, поскольку разработка теории флуоресценции живых растений прояснила некоторые вопросы фотосинтеза.

В Секторе астроботаники применялась предложенная Г.А. Тиховым методика исследования флуоресценции растений. Ее принцип заключался в том, что растения освещались лучами Солнца через фильтр (водный раствор медного купороса в пропорции 1:7). Пользуясь прежними способами, вряд ли можно было получить надежные данные о значении хлорофилла в жизни растения, потому что хлорофилл изучался в лаборатории в виде спиртового раствора.

Сверхсветосильный спектрограф Сектора астроботаники был сконструирован Г.Г. Ленгауэром по идее Г.А. Тихова. Данный прибор применялся для получения спектрограмм самоизлучения растений в Алма-Ате (1944–45), на Памире (1951) и на Кавказе (1952).

Сотрудники Сектора астроботаники определили, что в спектре растений холодного климата полоса хлорофилла, как бы размываясь, захватывает широкую область спектра. Это может объяснить отсутствие полосы хлорофилла в спектре "морей" Марса, если там существует флора. Установлено также: растительность в северных областях не имеет максимума отражения в инфракрасных лучах, что Г.А. Тихов объяснил приспособлением к суровым условиям среды. Все это наталкивает ученых на изучение отражательных свойств растений в связи с их морозо- и засухоустойчивостью, имеющее значение для садоводства и селекции растений. Известный американский ученый А. Вильсон отметил в 1959 г., что США на 12 лет отстали от СССР в области астробиологических исследований. Он заявил: "Америка слишком поздно признала К.Э. Циолковского. Мы исправляем эту ошибку тем, что теперь признаем советских астробиологов".

Гавриил Адрианович Тихов был талантливым педагогом, чутким другом и товарищем. Он всегда охотно откликался на многочисленные письма со всех концов мира, оказывая содействие молодым ученым.

Перу Г.А. Тихова принадлежат около 200 научных работ, в том числе пятитомное собрание сочинений, изданное Академией наук Казахской ССР, и основополагающий труд "Астробиология". За выдающуюся научную и общественную деятельность Г.А. Тихов был награжден орденом Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и медалью. За работы по астрофизике ему присуждены премии (Парижской АН и две Русского астрономического общества). Наряду с научными исследованиями он вел общественную работу, избирался депутатом Верховного Совета Казахской ССР.

Г.А. Тихов умер 25 января 1960 г. Он прожил долгую плодотворную жизнь, до последнего дня его окружал ореол славы создателя **астроботаники и астробиологии**.

Г.А. Тихов был современником запусков первых искусственных спутников Земли и космических аппаратов к Луне, но только через несколько лет после его смерти с помощью автоматических межпланетных станций получили снимки поверхности Марса. Затем спускаемые аппараты примарсировались, и стало известно, что поверхность Красной планеты в точках посадки бесплодна, без признаков жизни... Анализ физических, климатических, ареалогических и астрономических параметров на Марсе указывает на крайне суровые климатические условия, несмотря на большие запасы воды. Какие-либо проявления жизни в приполярных областях под ледовыми куполами или в полостях под толщей поверхности планеты маловероятны.

В 1970-е гг. одному из марсианских кратеров присвоили имя Тихова. "...Академик Тихов доказывает, что на Марсе есть высшие растения, а президент Белорусской АН В.Ф. Купревич уверен, что на Марсе и сейчас существует высокая цивилизация! Но пусть ее нет, она погибла, разве не важно для всего человечества выяснить, почему это произошло?" – говорил академик С.П. Королев в 1961 г.



Обложка книги Г.А. Тихова "Есть ли жизнь на других планетах?" (М., Московский рабочий, 1956).

И все-таки, скорее всего, жизнь на Марсе была! Это подтвердил уникальный фотоснимок поверхности планеты, сделанный 4 декабря 2000 г. американской межпланетной станцией "Марс Глобал Сервейер" (Земля и Вселенная, 2001, № 5). Геологи США, исследовав высококачественное изображение, пришли к выводу, что многослойные структуры скальных пород являются осадочными, возникшими в период между 4.3 и 3.5 млрд. лет назад. Сенсационность открытия в том, что эти осадочные породы

сформированы окаменевшими остатками растений и животных, слагающими сотни совершенно одинаковых слоев, похожих на осадочные породы Земли. Такие структуры поверхности могли получиться только в водной среде, поэтому, вероятно, на Марсе существовали озера и моря (см. информацию на с. 31), текли реки... Это говорит о том, что, возможно, Марс когда-то был обитаем, как сейчас Земля...

М.А. МИЛЬХИКЕР

Информация

Уникальный магнитный объект

Ученые идентифицировали исключительно мощный объект. Это результат первых прямых измерений магнитного поля нейтронной звезды SGR 1806-20, известной уже почти полвека. Расстояние до нее 40000 св. лет. Проследив с помощью спутника "RXE" (Rossi X-ray Explorer) судьбу протонов, разогнанных почти до световой скорости вблизи нейтронной звезды, ученые выяснили, что магнитное поле звезды в 10 раз сильнее, чем считали ранее. Можно предположить, что если бы объект находился на расстоянии Луны, он мог бы

притянуть к себе с Земли железный локомотив и, что более неприятно, разложил бы на молекулы все живые существа на Земле.

Еще в 1979 г. были обнаружены вспышки гамма-излучения у некоторых нейтронных звезд ("Повторные источники мягкого гамма-излучения", Soft Gamma-ray Repeaters – SGR). Ученые предположили, что для возникновения таких вспышек необходимы очень сильные магнитные поля. Их величину определяли непрямым методом, по отношению замедления вращения звезды к самой скорости вращения. Оценки дали величину около 10^{14} Гс. Второе имя объектов – **магнетары** (Земля и Вселенная, 1999, № 2).

Происхождение самих вспышек было объяснено "звездотрясениями" (по аналогии с землетрясениями). При этом явлении звездная кора на мгновение открывается, и наружу выбрасываются элементарные частицы, протоны и электроны, тут

же попадающие в плен магнитного поля звезды и испускающие при движении в нем электромагнитное излучение. Спутник "RXE" исследовал спектр этого излучения у магнетара SGR 1806-20 и нашел в нем характерную линию, соответствующую энергии протона, разогнанного в магнитном поле силой не менее 10^{15} Гс.

Объект SGR 1806-20 – одна из 10 необычайных нейтронных звезд, обладающих магнитным полем, в тысячи раз более мощным, чем у рядовой нейтронной звезды и в миллиарды раз большим, чем у самых сильных магнитов, созданных на Земле. Напряженность магнитного поля этого объекта – 10^{15} Гс, и, возможно, оно такое же у других магнетаров. Для сравнения напомним, что величина дипольного магнитного поля Солнца заключена в пределах 1–5 Гс.

NASA-GSFC NEWS RELEASE,
November 4, 2002

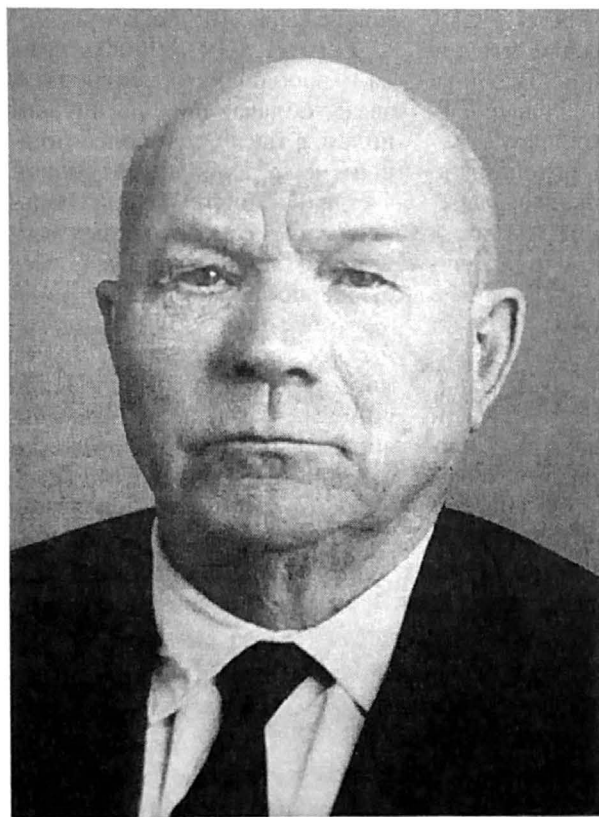
Константин Алексеевич Куликов

В 2002 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Константина Алексеевича Куликова, профессора МГУ, известного астронома, посвятившего ряд своих работ фундаментальной астрометрии, в том числе определению астрономических

постоянных, а также вопросам изменения широт, долгот и движения полюсов. К.А. Куликов ушел из жизни 26 июля 1987 г., будучи профессором-консультантом в Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга. Уже 15 лет его нет с нами. Хочется рассказать об этом удивительном человеке, типичном представителе своего времени – времени послереволюционной России. Константин Алексеевич оставил нам записи ранней биографии. К сожалению, сохранились лишь разрозненные, а иногда и недописанные страницы. Но и по ним можно представить жизнь русского крестьянина в трудные годы до и после Октября 1917 г.

ТРУДОВОЕ ВОЗМУЖАНИЕ

Константин Алексеевич Куликов родился 21 октября 1902 г. в селении Торинно Макарьевского уезда Костромской губернии. В школу пошел почти в 9 лет и проучился три года. Летом 1914 г. началась первая мировая война. Двенадцатилетнему Косте пришлось идти на заработки. Он заготавливал с крестьянами деревянные тумбы для дорог и получал 20 копеек в день. В 1914–18 гг. на 6–7 месяцев Куликов уходил вместе с отцом в Уфимскую и Вятскую губернии (за 1000 км) на жгонку (изготовление валенок). Возвращались где на перекладных, где в теплушках по железной доро-



К. А. Куликов (1902–1987).

ге. Деньги теряли ценность, в апреле 1917 г. зимний заработок пропал. Однажды Константин с отцом заработали 20 пудов хлеба. Проехать куда-либо без пропусков было нельзя: в стране – военный коммунизм. Домой ехали без билетов, на подножке вагона. Отца арестовали, заставив четыре дня разгружать кирпичи. Заработанный хлеб перевозили скрытыми дорогами, только по ночам.

Зимой 1918 г. была введена трудовая повинность. Куликов с отцом работали в лесу на заготовке дров для паровозов, а также на распиловочной раме Нейского лесопильного завода. Целый месяц Куликов кочегарил на пароходе “Могучий”, затем трудился в бригаде плотников на строительстве железнодорожных мостов. Весной 1920 г. сплавливал лес по Унже и Волге до Нижнего Новгорода.

ТРУДНЫЙ ПУТЬ К НАУКЕ

В Советской республике заканчивалась гражданская война. В сентябре 1920 г. Погощенским волисполкомом Константин был направлен в Сибирь на продразверстку. Работал он представителем продотряда в селе Ново-Шипуновское Алтайской губернии, а жил на заимке у кулака. Организовали молотильную бригаду, обмолоченное зерно под надзором вывозили на железнодорожные станции, затем в пульмановских вагонах отправляли в Москву и Петроград. По решению X съезда ВКП(б) в марте 1921 г. продотряды были расформированы. Членам продотряда за хорошую работу выдали по два мешка пшеничной муки.

В 1929 г. от голода и непосильного труда, в возрасте 55 лет, скончался отец, Алексей Васильевич. Остались мать, Хиония Степановна, и четверо младших детей. На Куликова легли заботы о семье. Весной 1923 г. умер от кори брат, шестилетний Алеша.

В мае 1924 г. Константина призвали в Красную Армию и отправили в Ново-Николаевск (Новосибирск). Он попал в учебный взвод подрывного класса, временно был назначен командиром взвода. В октябре выдержал экзамен на должность учителя и начал обучать неграмотных красноармейцев. В 1924 г. вступил в

ряды ВЛКСМ. Служа младшим командиром, в 1926 г. стал коммунистом. В том же году демобилизовался.

После армии Куликов два года работал председателем правления сельскохозяйственного кредитного товарищества, активно помогал организовывать первые сельскохозяйственные артели, был секретарем сельской партийной организации. В 1928–30 гг. Куликов учился в Иваново-Вознесенске на рабфаке, окончив который поступил на механико-математический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, где специализировался по астрономии. Диплом защитил весной 1935 г. Его дипломная работа посвящена определению средних радиусов Солнца ($R = 939''.32 \pm 0''.16$) и Луны ($R = 932''.75 \pm 0''.14$) по снимкам А.А. Михайлова, сделанным во время затмения 1927 г. Куликова, еще студента третьего курса, партком МГУ направил в ГАИШ на должность заместителя директора по хозяйственной части. После окончания университета Константин Алексеевич поступил в аспирантуру ГАИШ. С марта 1935 г. он одновременно преподавал теоретическую механику в Военной академии химической защиты им. К.Е. Ворошилова. В 1938 г. защитил диссертацию на степень кандидата физико-математических наук. Диссертация называлась “Исследование аппарата для измерения астрофотографии” “Askania-Werke Bamberg”, принадлежащего Государственному астрономическому институту им. П.К. Штернберга”. Научным руководителем Куликова был заведующий кафедрой астрометрии профессор Сергей Николаевич Блажко. Константин Алексеевич нашел причины различных ошибок в работе измерительного устройства и показал, как можно их избежать. При исследовании Куликов пользовался и известными методами, и оригинальными, предложенными С.Н. Блажко. По мнению профессора П.П. Паренаго, и диплом, и кандидатская диссертация К.А. Куликова заслуживали несомненного внимания. Куликова избрали членом Ученого совета ГАИШ, а вскоре утвердили в звании доцента.

Константин Алексеевич, еще аспирант, в январе 1938 г. назначен заместителем директора ГАИШ по научной работе, в этой должности он проработал несколько лет. С 1936 по 1939 г. во главе ГАИШ стоял Василий Григорьевич Фесенков. В это время в нашей стране разыгрывались драматические события – шли аресты "врагов народа". В 1938 г. в списки подозреваемых попали и ученые-астрономы, профессора МГУ: В.Г. Фесенков, А.А. Михайлов и С.Н. Блажко. Константин Алексеевич поручился своим партбилетом перед парткомом за добрые имена профессоров. Секретарь парткома МГУ А. Пивоваров не поддержал клеветнического выступления против профессоров тогдашнего партийного секретаря ГАИШ некоего аспиранта Г. Аристова, который обвинял их в нелояльности по отношению к советской власти, в сопротивлении продвижению пролетарских кадров в науку. Конечно, Константин Алексеевич не один встал на защиту ученых, но к его словам, безусловно, прислушались. Куликов писал в своих дневниках: "Я не могу без содрогания сердца вспоминать это время, когда зачастую звонят и информируют, что прошлой ночью репрессированы тот-то и тот-то как враги народа. Но ведь я с ними встречался и работал до вчерашнего дня и не замечал, что они – враги народа. Стоишь и думаешь: верить этому или это что-то непостижимое для моего ума! Но это же факт. Когда было арестовано руководство Главной Пулковской обсерватории СССР во главе с директором академиком Борисом Петровичем Герасимовичем, я думал, теперь очередь за мной. Но пронесло, но миновало потому, что в парткоме МГУ был умный, настоящий человек – коммунист Сергей Савельевич Шатилов..."

В июне 1941 г. началась война с Германией. Почти все работники обсерватории на Красной Пресне (ГАИШ) эвакуировались в Свердловск. Осенью 1941 г. Куликов вместе с Военной академией химической защиты, где он работал старшим преподавателем кафедры теоретической механики, на полгода покинул Моск-

ву, весной 1942-го вернулся в столицу и продолжил свою основную работу в МГУ. В трудные военные годы Куликов – проректор МГУ, декан, доцент механико-математического факультета МГУ, начальник Московского отделения Службы времени ГАИШ. К осени 1944 г. все сотрудники ГАИШ вернулись из эвакуации. Надо было налаживать работу. В 1945 г. Константин Алексеевич в составе делегации от ГАИШ ездил в Германию, чтобы по репарации привезти в институт астрономические инструменты, часы и другие приборы, а также станки для механической мастерской.

В личной жизни Константина Алексеевича произошли перемены. В молодости Куликов любил девушку, жениться на которой в силу сложных жизненных обстоятельств ему не довелось. Боль осталась на всю жизнь. В 1947 г. Куликов встретился с Мариной Вячеславовной Лямцевой. Она оказалась дочерью любимой когда-то девушки. В 1953 г. они соединили свои судьбы, родились два сына, Андрей и Илья.

ГРАНИ НАУЧНОГО ТАЛАНТА

Научные интересы Куликова затрагивали изучение тонких эффектов в сложном движении планеты Земля. Уже в конце XIX в. мировая астрономическая общность предприняла шаги для создания Международной службы широты, чтобы выяснить причину изменяемости широт в течение различных периодов времени: суток, года, 14 месяцев и т.д. Были организованы наблюдения широты на многих обсерваториях, в том числе в Пулково. Накопленный почти за полвека наблюдательный материал давал замечательную возможность определить величину самого большого долгопериодического члена нутации, т.е. амплитуду колебания наклона эклиптики к экватору (период этого колебания составляет 18.6 года). Чем длиннее период наблюдений, тем увереннее определяется постоянная нутации. Куликов взялся за обработку длительных широтных рядов (1904-41 гг.), полученных в Пулковской обсерватории шестью наблюдателями. Всего проанализировано около 45 тыс.



Профессор К.А. Куликов (в центре) с группой слушателей факультета повышения квалификации преподавателей университетов и вузов при МГУ. 1972 г.

"Определение постоянной нутации по наблюдениям на большом пулковском зенит-телескопе". Оппонентами на защите были член-корреспондент АН СССР С.Н. Блажко, профессор Н.И. Идельсон и профессор И.Ф. Полак. 12 июля 1947 г. высшая аттестационная комиссия присудила Куликову степень доктора физико-математических наук, а в ноябре он был утвержден в звании профессора.

С 1 января 1948 г. Константин Алексеевич занимал должность профессора механико-математического факультета МГУ, в 1951–54 гг. Куликов опять выполнял обязанности заместителя директора ГАИШ по науке, в 1953 г. возглавил кафедру астрометрии. В 1950 г. Куликов стал членом Президиума Астрономического совета Академии наук СССР, долгое время был членом ученых советов

широтных наблюдений. Среднее значение постоянной нутации с учетом весового коэффициента, выведенное Куликовым, составило $9''.2078 \pm 0''.0021$. Кроме того, было установлено значение постоянной годичной aberrации, которое составило $20''.5114 \pm 0''.0030$, поскольку нутация определялась с учетом aberrационного эффекта. Полученное Куликовым значение нутации было близко к принятому на XVI Генеральной ассамблее Международного астрономического союза в 1976 г. В феврале 1947 г. Куликов защитил докторскую диссертацию на тему

университета – механико-математического и физического факультетов.

В 1953–54 гг. МГУ и ГАИШ переехали в новое здание на Ленинских горах. Группа сотрудников, изучавшая изменимость широт под руководством профессора К.А. Куликова, заказала на Ленинградском ГОМЗ новые телескопы: зенит-телескоп ЗТЛ-180 и фотографическую зенитную трубу.

Константин Алексеевич продолжал педагогическую деятельность в стенах Московского университета: вел спецпрактикумы, руководил курсовыми и дипломными работами, читал лекции. На отделениях математики, механики, астрономии, а также на философском и географическом факультетах МГУ Куликов читал "Курс общей астрономии", на астрономическом отделении – "Курс сферической астрономии", "Изменяемость широт и долгот", "Фундаментальные постоянные астрономии", "Основы лунной астрометрии". До 1964 г. он возглавлял кафедру астрометрии, а затем занимал должность профессора уже объединенной кафедры звездной астрономии и астрометрии до 1976 г. Был ведущим преподавателем учебных групп астрономического отделения на физфаке, с 1968 г. преподавал на факультете повышения квалификации при МГУ для преподавателей университетов и вузов страны, читал им курсы лекций, принимал экзамены. Константин Алексеевич любил студентов, приветствовал их интересные общественные начинания, например студенческий астрономический праздник "Осеннее равноденствие" (стали отмечать в 1967 г.).

ПРИЗНАНИЕ И БЛАГОДАРНОСТЬ

Научная и учебно-педагогическая деятельность Куликова отражена в его многочисленных трудах, в частности в монографиях "Движение полюсов Земли", "Изменяемость широт и долгот", "Астрономия и народное хозяйство", "Вращение Земли", а также в учебных курсах "Новая система астрономических постоянных", "Курс сферической астрономии".

В соавторстве с В.Б. Гуревичем К.А. Куликов выпустил книгу "Новый облик старой Луны". Константин Алексеевич написал более 40 научных и научно-популярных статей и брошюр. С 1951 г. он являлся заместителем главного редактора "Астрономического журнала" – центрального научного журнала по астрономии в СССР.

Сотрудники ГАИШ, любя Константина Алексеевича, часто за глаза называли его "дядя Костя". Возможно, это шуточное, но уважительное прозвище пришло из студенческих времен, ведь он начал учиться в университете двадцати восьми лет, т.е. был старше своих сокурсников. На всю жизнь сохранилось в его говоре характерное для приволжской Костромской области "оканье". Это вызывало какое-то особо доверительное расположение собеседника к Константину Алексеевичу. Он часто обращался к какой-либо сотруднице с такими словами: "Послушай, милуша моя!" Те, кому профессор Куликов читал лекции, отмечали нестандартность его сравнений, пояснений, вспоминали его рассказы об интересных жизненных ситуациях.

Различные характеристики, написанные по поводу переизбрания в должности или представления к награде Куликова, свидетельствуют о его большой энергии, разносторонности и общественном характере натуры. Секретарем партбюро ГАИШ К.А. Куликов избирался 10 раз, был членом партбюро физического факультета, заместителем секретаря парткома МГУ, председателем профкома ГАИШ, работал в народном контроле. Константин Алексеевич был награжден орденом "Знак Почета" и семью медалями, в том числе "За оборону Москвы", "За трудовую доблесть" и "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.", а также почетными грамотами Министерства высшего и среднего специального образования СССР и Министерства просвещения СССР.

*Л.П. ГРИБКО,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ*

Уточнены размеры Тефии

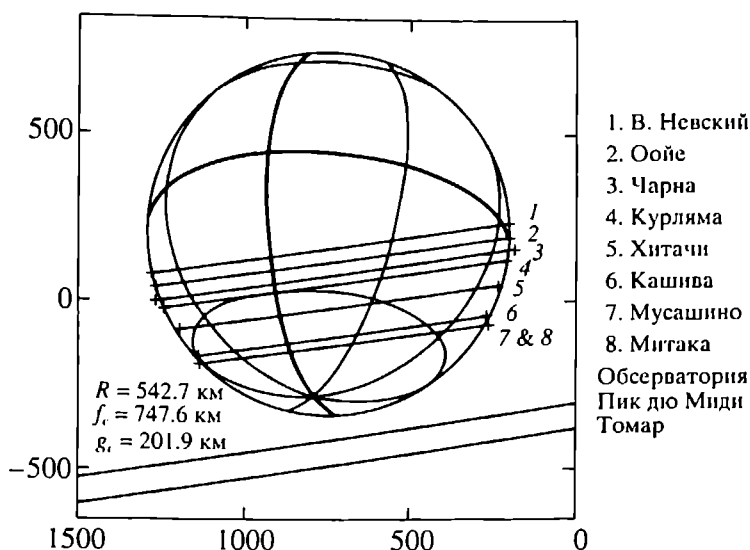
На любительской обсерватории под Витебском (Белоруссия) 15 декабря 2002 г. проведены наблюдения редкого астрономического явления – покрытия звезды 9-й величины в созвездии Тельца спутником Сатурна Тефией (Земля и Вселенная, 2002, № 2). Это небесное тело более чем в три раза меньше Луны и примерно в пять раз меньше Титана. Согласно справочникам, размер Тефии – 1060 км (точнее, она имеет форму эллипсоида с осями 1072, 1056 и 1052 км). Казалось бы, ничего нового о системе Сатурна, где в 1979–81 гг. пролетели американские АМС “Пионер-11”, “Вояджер-1” и “Вояджер-2”, узнать с Земли нельзя. Однако наблюдения, выполненные Виталием Невским с помощью 30-см телескопа, вероятно, заставят переписать раздел “Спутники планет” в учебниках и справочниках. Согласно расчетам, максимальная продолжительность покрытия должна была составить 39,5 с, но в результате наблюдений получилось гораздо большее значение – 40,4 с. Это можно объяснить тем, что диаметр Тефии оказался больше предполагаемого – 1085 ± 5 км, а не 1060 км.

Наблюдения В. Невского вызвали немалый интерес у астрономов всего мира. Условия для регистрации явления были весьма благоприятными: полоса покрытия проходила через Японию, почти по всей России и далее через Европу вплоть до Португалии. К сожалению, из-за плохой погоды исчезновение звезды смогли увидеть всего девять человек в мире – семеро японцев, один поляк и российский астроном В. Невский. Витебск оказался в самом центре полосы затмения, именно это и дало возможность измерить максимальный размер спутника. В течение недели профессиональные астрономы из Бюро Долгот в Париже проанализировали данные, полученные всеми наблюдателями, и пришли к выводу, что Тефия действительно крупнее, чем считалось. Эти результаты могут быть уточнены в ближайшем будущем: в 2004 г. АМС “Кассини”

На диске Тефии отмечены траектории прохождения звезды 15 декабря 2002 г. при ее затмении спутником Сатурна. Все наблюдавшиеся траектории нанесены на одно изображение. Цифрами обозначены авторы наблюдений.

начнет выполнять свою миссию в системе Сатурна (Земля и Вселенная, 2002 г., № 6). Стоит отметить, что покрытие звезды Тефией 15 декабря 2002 г. – всего лишь восьмое наблюдавшееся явление такого рода в истории астрономии. До этого удалось зарегистрировать затмения звезд спутниками Юпитера (Ио и Ганимед), Сатурна (Титан, Диона и Рея), Урана (Титания) и спутником Нептуна Тритоном.

По материалам
Интернет-сайта Астронет



Российская конференция “Радиотелескопы РТ-2002”

9–11 октября 2002 г. на Пушинской радиоастрономической обсерватории Астрокосмического центра (ПРАО АКЦ) ФИАН прошла Российская конференция “Радиотелескопы РТ-2002 (антенны, аппаратура, методы)”. Она была посвящена памяти выдающегося ученого, члена-корреспондента АН СССР А.А. Пистолькорса (1896–1996).

Александр Александрович Пистолькорс – специалист с мировым именем в области электродинамики, теории и техники антенн, основатель отечественной антенной школы. Он был первым председателем секции антенных сооружений Научного совета “Радиоастрономия” АН СССР. Неоценим его вклад в создание уникальных отечественных радиотелескопов, в том числе и как научного руководителя проекта Сибирского Солнечного Радиотелескопа (ССРТ). Он – редактор переводов первого и второго изданий книги “Радиотелескопы” У. Христиансена и Я. Хегбома, ставших библиографической редкостью. А.А. Пистоль-

корс основал и редактировал научные сборники “Антенны”, часть из которых целиком посвящена отечественным радиотелескопам. О жизни и деятельности А.А. Пистолькорса рассказал один из его первых учеников, член-корреспондент РАН Л.Д. Бахрах.

Конференция организована Научным советом по астрономии РАН и ПРАО АКЦ ФИАН. Отделение физических наук РАН и РФФИ оказали финансовую поддержку. На конференции рассмотрены основные инструментальные проблемы наблюдательной базы радиоастрономии и методы исследований. Были заслушаны доклады и сообщения о перспективах развития в России уникальных радиотелескопов. С обзорными докладами выступили ведущие российские специалисты в области радиотелескопостроения.

Современные радиотелескопы представляют собой сложнейшие физические установки, включающие уникальные антенные системы, аппаратные комплексы, управ-

ляемые мощными компьютерами. В настоящее время известно, что в стадии активной разработки находятся суперсовременные интернациональные проекты радиотелескопов. Один из них должен иметь эффективную собирающую площадь в миллион квадратных метров и вести одновременный прием с разных направлений на разнесенных частотах (проект SKA). Другому, состоящему из 64 полноповоротных зеркальных параболоидов диаметром 12 м, расставленных по кругу размером 3 км, предстоит работать на волнах до миллиметра и менее коротких в пустыне Атакама (Чили), на высоте около 5 тыс. м (проект ALMA). В обоих проектах будут использованы принципы фазированных систем и апертурного синтеза (обзорный доклад доктора физико-математических наук Р.Д. Дагкесаманского). В радиоинтерференционных сетях работают радиотелескопы, расположенные как на разных континентах, так и в ближнем космосе (Земля и Вселенная, 2000, № 4). Разреше-

ние таких систем достигает сотой части тысячной доли угловой секунды.

Крупные радиоастрономические обсерватории в настоящее время оснащены квантовыми стандартами частоты и времени, они составляют основу прецизионных служб времени, необходимых для работы с интерферометрами при наблюдении пульсаров. С помощью таких служб удается зарегистрировать время прихода импульсов с точностью до долей микросекунды. Разработанные методы позволяют получать радиоизображения квазаров и радиогалактик, в частности их ядер и гигантских выбросов энергии – струй с разрешением менее тысячных долей угловой секунды, что пока недоступно в других частях спектра электромагнитного излучения.

Исследования Солнца на современных радиогелиографах (докладчик – доктор физико-математических наук Г.Я. Смольков) и радиотелескопе РАТАН-600 (докладчик – доктор физико-математических наук В.М. Богод) дают информацию о физических процессах, происходящих на нашем светиле, и о динамике активных областей в его короне и сверхкороне. При этом достигнуты угловое разрешение в несколько угловых секунд и временное разрешение в десятки миллисекунд.

В современных радиоастрономических приемниках используются последние достижения электроники, в т.ч. твердотельные эле-



Выступает член-корреспондент РАН Л.Д. Бахрах. Председательствующий – доктор технических наук Ю.П. Ильясов (справа). Фото Э.Н. Каурова.



В зале заседаний конференции. Фото Э.Н. Каурова.

менты. Шумовые температуры приемников, предусилители которых охлаждаются гелиевыми криосистемами "замкнутого цикла", доведены до нескольких Кельвинов. Регистрирующие части радиосистем телескопов включают в себя современные мощные компьютеры и спецпроцессоры.

В нашей стране впервые предложен проект наземно-космического радиоинтерферометра с антенной космического базирования, сигналы от которой передаются на Землю по линиям космической связи. Разрабатываемый в России международный проект "Радиоастрон" (руководитель – академик



Выступает доктор физико-математических наук Р.Д. Дагкесаманский. Фото Э.Н. Каурова.

Н.С. Кардашев) обеспечит угловое разрешение в микросекундные доли дуги, которое является естественным пределом наблюдений (докладчик – доктор физико-математических наук М.В. Попов).

На конференции было представлено еще несколько докладов по этому проекту, в которых отмечены его значительное продвижение и значимость выполненных работ. Весьма актуальными оказались доклады по развитию “космической ветви” радиоастрономии в миллиметровом диапазоне (проекты “Миллиметрон” и “Субмиллиметрон” АКЦ ФИАН).

Ход создания современной радиоинтерферометрической сети России “Квазар” освещен в докладах от Института прикладной астрономии РАН (обзорный доклад доктора физико-математических наук А.В.Ипатова). В настоящее время запланировано введение трех антенн с полноповоротными параболоидами диаметром 32 м (РТФ-32), установленных

на значительных расстояниях друг от друга: в поселке Светлое (Ленинградская обл.), в станице Зеленчукская (Карачаево-Черкесия) и в Бадарах (Бурятская республика). Два пункта, в Светлом и Зеленчукской, оснащены и уже работают, в т.ч. в интерферометрическом режиме с использованием большой антенны Калязинской радиоастрономической обсерватории АКЦ ФИАН – РТ-64. Отмечен большой прогресс в строительстве третьего пункта сети – в Бадарах.

Антенно-аппаратурный комплекс ПРАО АКЦ ФИАН и ОКБ МЭИ на базе Калязинского радиотелескопа РТ-64 (прежний шифр ТНА-1500 ОКБ МЭИ) использовался для прецизионного многолетнего хронометрирования миллисекундных пульсаров (докладчик – доктор технических наук Ю.П. Илясов). Результаты работы отмечены в решении Международного союза электросвязи в октябре 2002 г. Служба времени этого

комплекса названа на конференции одной из лучших в стране.

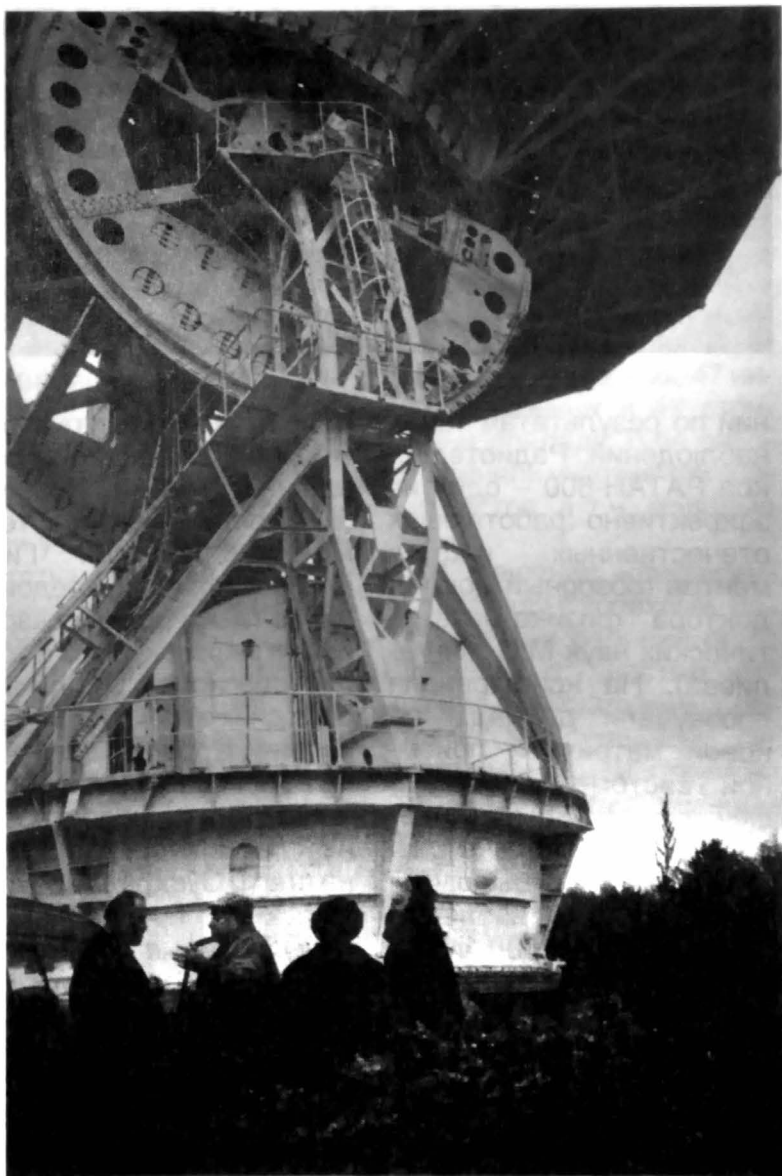
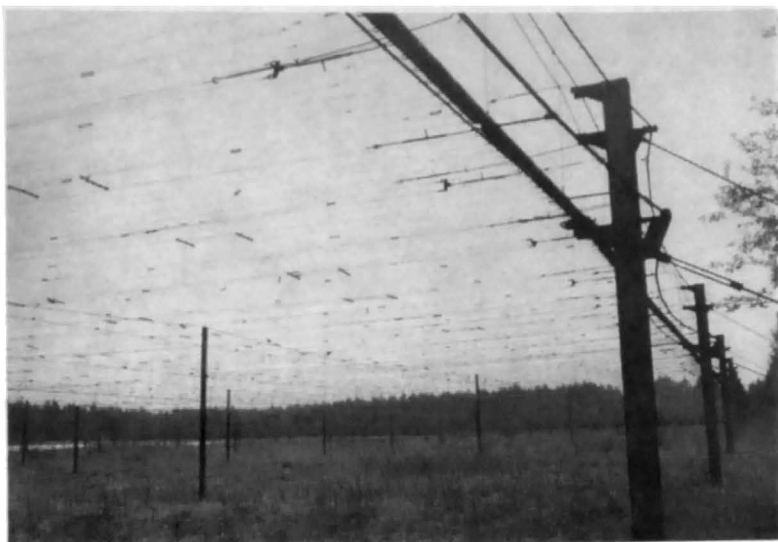
Подробно рассматривались планы модернизации уникальных радиоастрономических инструментов: диапазонно-крестообразного радиотелескопа ДКР-1000 ФИАН и большой сканирующей антенны БСА ФИАН, радиотелескопа РАТАН-600 Специальной астрономической обсерватории РАН, Сибирского солнечного радиотелескопа ССРТ ИСЗФ СО РАН, радиотелескопов РТ-64 ОКБ МЭИ, РТ-7.5 МГТУ им. Н.Э. Баумана и РТ-22 ФИАН. Отмечено, что реализацию этих планов может ускорить соответствующее финансирование в дополнение к поддержке Минпромнауки РФ по программе “Уникальные установки России”.

Заслуживает внимания модернизация радиотелескопов ПРАО метрового диапазона волн – ДКР-1000 и БСА (докладчик – кандидат технических наук С.М. Кутузов). Эти уникальные инструменты, не имеющие аналогов в мире, позволяют получать интересные результаты по ряду программ. Прежде всего, это исследования пульсаров, межзвездной и межпланетной сред. На радиотелескопе ДКР-1000 ФИАН (его антенна восток-запад) проводятся работы по увеличению вре-

мени наблюдения и сопровождению объекта до 1 ч. Это ценно при изучении динамичных объектов, таких как пульсары, и нерегулярных событий, например широких атмосферных ливней космических частиц и гамма-всплесков. Частота радиотелескопа БСА ФИАН перестроена со 102.5 МГц на 111 МГц, где уровень помех меньше. На этом меридиональном инструменте создана система независимого приема с двух направлений, что увеличивает эффективность его использования.

Реализация этого проекта сдерживается только финансовыми проблемами. На обоих инструментах метрового диапазона волн установлены системы автоматизации научных наблюдений на основе сети персональных компьютеров.

Отечественные радиотелескопы РАТАН-600 и ССРТ ИСЗФ СО РАН оказались очень информативными при исследованиях Солнца в широком спектре частот с высоким временным разрешением. Было представлено несколько оригинальных сообще-



Участники конференции около радиотелескопа РТ-22 в Пушинской радиоастрономической обсерватории Астрокосмического центра ФИАН. Фото Э.Н. Каурова.



ний по результатам таких наблюдений. Радиотелескоп РАТАН-600 – один из эффективно работающих отечественных инструментов (обзорный доклад доктора физико-математических наук М.Г. Мингалиева). На конференции прозвучали доклады по новой матричной приемной системе, повышающей чувствительность телескопа в несколько раз. Много внимания было уделено методам наблюдений на РАТАНе-600, сбору данных и формированию их базы.

Большой интерес вызвали доклады, подготовленные кооперацией организаций Санкт-Петербур-

га во главе с Конструкторским бюро специального машиностроения (обзорный доклад доктора технических наук В.Г. Гимельмана). Их исследования активизировали разработку перспективного радиотелескопа с рефлектором диаметром 70 м для миллиметрового диапазона волн, основой которого может стать недостроенный радиотелескоп РТ-70 на плато Суффа (Узбекистан). Были проанализированы главные проблемы: точность поверхности рефлектора и прецизионная система наведения. Участники конференции отметили высокую квалификацию, эффективность ра-

боты этой группы отечественных специалистов. Полученные ими результаты могут быть использованы при создании новых инструментов в России, в частности радиотелескопа РТФ-32 в радиоастрономической обсерватории “Старая Пустынь” НИРФИ.

Участники конференции ознакомились с современными отечественными радиоприемными системами радиоастрономии. Представители ЗАО НПП “Салют” (Нижний Новгород) рассказали о последних промышленных разработках приемников высокой надежности и малошумящих усилителей с рекордной чувствительностью для работы в широком спектре частот, выполненных в кооперации с промышленностью. Уже упомянутые матричные приемники для радиотелескопа РАТАН-600 создаются в рамках программы “Геном Вселенной” (руководитель программы – академик РАН Ю.Н. Парийский).

Скоростная система регистрации S2 канадского производства, установленная на радиотелескопе РТ-64 в Калязине, была применена для поиска и регистрации “гигантских” импульсов миллисекундного пульсара и пульсара в Крабовидной туманности. Эти оригинальные методы скоростной регист-

рации позволили получить высокое временное разрешение в десятки наносекунд и выделить структуру "гигантского" импульса, превосходящего в несколько тысяч раз среднюю интенсивность и появляющегося у нескольких пульсаров, в частности у пульсара в "Крабе", в среднем один-два раза в час.

Отмечено быстрое развитие автоматизации научных наблюдений на отечественных радиотелескопах. Созданы многоканальные спектр-анализаторы как на основе автокорреляционных схем, так и с применением акустооптических приборов. Представлена оригинальная разработка акусто-оптического процессора (АОП), построенного в СПбГТУ (под руководством доктора физико-математических наук Н.А. Есепкиной) и испытанного на Калезинском радиотелескопе РТ-64 при наблюдении пульсаров. Приемно-регистрирующая система с АОП была подключена к приемнику на частоту 1.4 ГГц и скоординирована со Службой времени. Результаты конвейерной компенсации дисперсионного запаздывания в полосе частот показали перспективность этого оригинального, разработанного только в России, метода приема сигналов



пульсаров, особенно в случае широких полос и больших мер дисперсии пульсаров.

Следует отметить успехи в построении радиоизображений по данным наблюдений на интерферометрах с неопределенной фазой и малым числом составляющих систему антенн (ИПА РАН). Учету влияния тропосферы на работу РСДБ-сетей был посвящен еще один доклад от ИПА РАН.

Участники конференции узнали о попытках регистрации "лунных" радиоливней от нейтрино высоких энергий с помощью аппаратурного комплекса дециметрового диапазона на радиотелескопе РТ-64 КРАО.

Интерес вызвали результаты работы Боннского радиотелескопа РТ-100 на коротких миллиметровых волнах, полученные совместно Институтом прикладной физики РАН и Институтом радиоастрономии Макса Планка (Германия). Опыт таких изме-

рений очень полезен для работ на отечественных радиотелескопах. О модификации радиоголографического метода юстировки поверхности рефлекторов радиотелескопов рассказал Г.М. Рудницкий (ГАИШ МГУ).

Всего на конференции "Радиотелескопы РТ-2002" были представлены и обсуждены 5 обзорных, 47 информационных и 42 стендовых доклада. В ее работе приняли участие 106 специалистов, в т.ч. молодые ученые.

В Решении конференции наряду с успехами, достигнутыми вопреки сегодняшним трудностям, отмечены актуальные проблемы модернизации существующих инструментов, а также проблемы научного роста молодежи.

Ю.П. ИЛЯСОВ,
доктор технических наук
Пуцунская
радиоастрономическая
обсерватория
Астрокосмического
центра ФИАН

Под девизом “Ренессанс географии”

Региональная конференция Международного географического союза (МГС) в субтропическом городе Дурбане (ЮАР) на побережье Индийского океана прошла 4–7 августа 2002 г., всего за три недели до Форума ООН по устойчивому развитию. Это определило ее высокий рейтинг и общую направленность дискуссий.

Девиз конференции – “Ренессанс географии на заре нового тысячелетия” – определяет состояние географической науки, вступающей в новый век. Однако такой девиз – скорее, надежда географов, нежели реальность. Конференцию открыл выдающийся лидер народа Южной Африки, лауреат Нобелевской премии Мира Нельсон Манделла. Этого легендарного человека зал приветствовал стоя. Убеденный приверженец принципа совместного существования черных и белых, он, соответственно с тематикой региональной конференции, призвал к глобальному сосуществованию природы и человеческой цивилизации. Н. Манделла рассказывал о проблеме сохранения

природных и экологических ресурсов Южной Африки, что особенно важно для страны, где большая часть коренного населения еще живет за чертой крайней бедности. Его выступление придало определенный характер дальнейшей работе конференции. Она прошла без каких-либо задержек и сбоев, хотя проблем было немало.

В Дурбан съехались представители 65 стран. Впервые за многие годы существования МГС проведена конференция, в научной программе которой широко представлены африканские страны. Самой многочисленной, конечно, была делегация из Южно-Африканского Союза (24% участников). На втором месте – США (9%), третьем – Великобритания (6.8%), четвертом – Индия (4.9%). Более 4% составляли представители Франции и Германии; 3.9% – Италии, России – 3.3%. Остальные участники представляли Китай, Австралию, Канаду, Испанию, США, Нидерланды, Израиль, Японию, Финляндию.

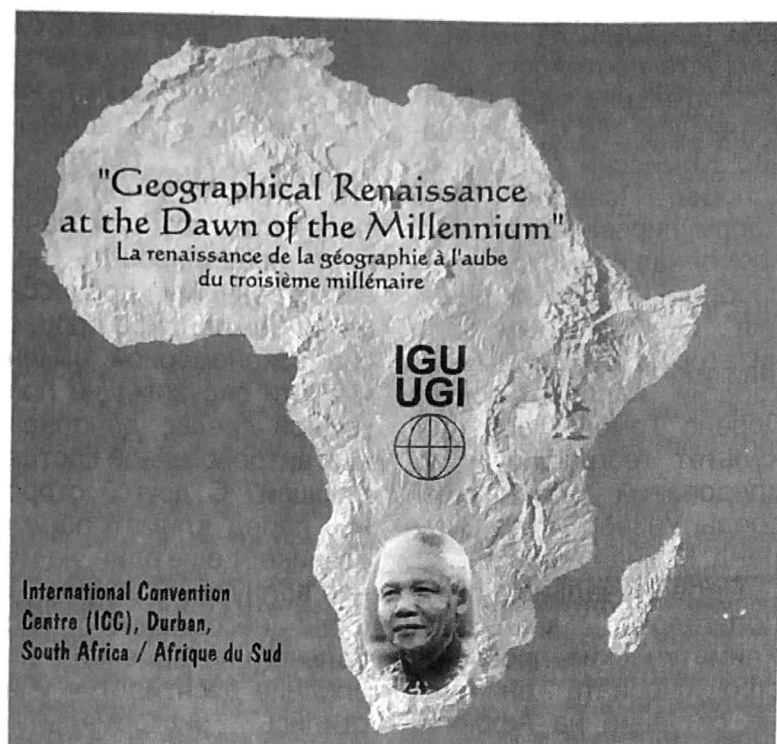
На заседаниях Генеральной Ассамблеи МГС

принят ряд важных решений, которые, как предполагают, сделают более эффективной работу Союза и его подразделений. Ассамблея утвердила новую схему вхождения в МГС, при которой значительно уменьшена плата за индивидуальное членство (25 долларов США за 4 года), введено корпоративное участие, что позволит целым институтам вступить в Международный географический союз. Комиссии и исследовательские группы теперь уравниваются в правах и статусе. Утверждено издание справочника обо всех географах мира “Кто есть кто в географии”. Решено реализовывать проект по сбору и распространению научной географической литературы (в первую очередь книг) как среди географического сообщества, так и за его пределами. Предполагается, что будут учреждены гранты на проведение тренировочных курсов для географов, а также награды и призы за наиболее успешную деятельность на ниве географии. А она должна развиваться в направле-

нии большей гибкости при решении тематических научных проблем.

Региональная конференция прошла в прекрасном оборудованном, просторном Международном центре конвенций (International Convention Center), в котором работали бизнес-центр, выставка географических изданий, все необходимые сервисные службы.

В конференции приняло участие около 600 докладчиков. Среди специальных выступлений были доклады президента МГС профессора Анны Баттимер (Дублинский университет, Ирландия) "Ренессанс географии: пионерские идеи Александра фон Гумбольдта (1769–1859)"; экс-генерального секретаря МГС профессора Экхарта Эйлерса (Боннский университет, Германия) "Глобальные изменения среды и интеграция природы и общества"; ныне действующего генерального секретаря МГС профессора Рональда Аблера "География и технология". Специально приглашенный представитель ЮНЕСКО доктор Баксон Сибанда (Найроби) прочитал доклад "Оглянуться, чтобы идти вперед: глубинное сохранение природы и использование природных ресурсов". Доктор Дженифер Робинсон (Университет Натала, ЮАР) рассмотрел современные урбанистские проблемы в своем докладе "Город между развитием и модернизацией". Профессор Ву-Ик-Ю (Сеульский национальный университет, Южная Корея), специа-



Эмблема конференции в Дурбане.

лист в социо-экономической области, назвал свое выступление так – "География эмоций в балансе с географией разума", а профессор Жак Леви, политико-географ из Парижа, – "Множество мест, единый мир: поворот географии".

Наиболее интересными в рамках физической географии были дискуссии, например, о климатических изменениях в связи с перигляциальными явлениями, об экстремальных явлениях погоды и климата как результате глобальных изменений, а также влияний Эль-Ниньо и Северно-Атлантического колебания, о карстовых образованиях. Проблемы междисциплинарных исследований затрагивались на многих заседаниях, в т.ч. на посвященных береговым системам, модели-

рованию географических систем, землепользованию, устойчивости водных ресурсов.

Интересные дискуссии разворачивались на сессиях гуманитарной географии: в комиссиях политической географии (председатель – профессор Крис Кристофер, ЮАР), географического образования (председатель – доктор Леа Хутсонен, Финляндия), географии и информационного общества (председатель – профессор Аарон Келлерман, Израиль).

Быть может, следует подробнее остановиться на заседаниях комиссии МГС по климатологии. Она провела два мероприятия, которые возглавлял Лоренс Нкемдири, профессор по климатологии и гидрологии факультета Географии Университета Кал-

гари (Канада). 31 июля – 3 августа состоялось подготовительное перед Конференцией МГС совещание Комиссии по климатологии. Повестка была сформулирована так: "Современная климатология – проблемы и пути их решения". Официальным организатором Секции климатологии являлся доктор Лоренс Темба Дюбэ (факультет географии и исследований окружающей среды Университета Зулуланд, Южная Африка).

Первоначально предполагалось, анализируя климатические проблемы, сфокусировать внимание на ситуации на Африканском континенте и в тропической зоне земного шара. Однако в процессе подготовки Совещания стало понятно, что в круг обсуждаемых вопросов не может не войти такая тема, как глобальность климатических процессов с множественными обратными связями и их проявления в различных регионах. Комиссии по климатологии были представлены доклады, освещающие особенности межгодовой и межвековой изменчивости климатических характеристик на пространстве от Северного Ледовитого океана до Антарктиды.

В ходе совещания рассматривались самые актуальные проблемы климатической науки: изменение климата и его изменчивость в разных масштабах, сезонные прогнозы, региональные и локальные климатические эксперименты.

Современные изменения климата объясняются

учеными по-разному. С одной стороны, выражается явная обеспокоенность наблюдаемым глобальным потеплением: результат это антропогенной деятельности, которая начинает превалировать над естественными процессами на Земле, либо процессов закономерной изменчивости окружающей природной среды, дополненных антропогенной составляющей? С другой стороны, перед климатологами возникает еще один, не менее волнующий вопрос: на фоне несомненного глобального потепления в последние десятилетия участились экстремальные погодные явления (наводнения и засухи, тепловые аномалии) и возросла повторяемость серьезных по своим последствиям климатических ситуаций (события Эль-Ниньо – Ла-Нинья). Некоторые из выступавших на конференции утверждали, что нынешние аномальные условия – прямое свидетельство антропогенного воздействия на климат. Другие достаточно обоснованно доказывали, что происходят флуктуации естественного природного процесса, наблюдавшиеся на Земле и ранее. Эти представления основаны на анализе палеоклиматических данных, реконструированных различными независимыми методами. В итоге было признано, что для ответа на столь серьезные вопросы необходимы тщательные глобальные и региональные исследования изменчивости всех климатических характеристик.

Особый интерес вызвали сообщения об исследовании низкочастотной изменчивости уровня океанов, а также системы взаимодействия атмосферы и океана. Следует отметить, что в последние годы роли океана в формировании изменений климата стали придавать все большее значение. Заключение о **решающей роли океана в вариациях климата** было сделано и на совещании в Дурбане.

При исследовании климатических изменений и их прогнозировании очень важны обоснованность методических принципов и корректность подходов к решению соответствующих задач. На совещании активно обсуждались методы численного моделирования дистанционного исследования и контроля параметров природной среды.

Современные методы изучения климата были представлены новыми теоретическими разработками. В последние годы многие ведущие климатологи мира высказали серьезные сомнения по поводу результатов, получаемых с помощью численных моделей, особенно в области долгосрочного прогноза изменений климата. Дело в том, что пока остаются неизученными многие физико-химические и биологические процессы в системе океан – атмосфера, приводящие к существенным изменениям климата. Следовательно, нет и корректного их физико-математического описания. Вот почему не существует

до сих пор ни одной адекватной модели, позволяющей получить достаточно точный прогноз изменений климата с учетом антропогенных и природных процессов.

Большой интерес вызвали доклады методического характера, посвященные развитию и использованию географических информационных систем (ГИС) в климатических исследованиях.

Автоматизация получения информации и увеличения объема анализируемых данных позволит значительно ускорить процесс изучения климатической изменчивости. Безусловно, это значительный шаг вперед по сравнению с традиционными методами.

На секции "Результаты и перспективы современной климатологии" ученые более чем 30 стран в течение пяти дней обсуждали вопросы климатологии и смежных с ней областей. Насыщенная программа секции включала около 80 докладов, условно разделенных по направлениям: синоптическая климатология, изменения климата, климатология и гляциология, климат и окружающая среда, современные тренды в климатических моделях.

Региональная конференция стала естественным продолжением предварявшего ее совещания, выводы которого были представлены для дискуссии участникам конференции, после чего они составили основу итогового заключения.

На предыдущих заседаниях Комиссии по климатологии

МГС (Токио, 1999 г.; Сеул, 2000 г.) решено прежде всего сконцентрировать внимание на исследовании трендов **частоты возникновения экстремумов** гидрометеорологических характеристик (температура, осадки, ураганы, сток рек и уровень Мирового океана), а также на анализе их негативных последствий для окружающей среды и ущерба, наносимого человечеству.

Обнаружена возможная связь между наступлением экстремальных ситуаций и текущим положительным трендом глобальной температуры. Эта зависимость проявляется, к примеру, в частоте и интенсивности наступления теплых и холодных фаз температурных аномалий в Тихом океане (явления Эль-Ниньо и Ла-Ниньо – Южные колебания). Проанализированы данные о климатической изменчивости гидрометеорологических полей разных масштабов (сезонный, межгодовой, декадный и более низкочастотные процессы) и изменении климата в разных точках земного шара. Обсуждена одна из актуальных тем – вероятность **повышения уровня океана** при дальнейшем глобальном потеплении, с чем связаны частота и интенсивность экстремальных погодных аномалий в тропических и субтропических дельтах рек и прибрежных низменностях.

Еще одна серьезная проблема прикладной климатологии – **увеличение объемов потребления природных ресурсов**. С ростом населения Земли и

активизации человеческой деятельности назрел угрожающий дефицит многих жизненно важных ресурсов и, в частности, пресной воды. Анализ флуктуаций гидрологического цикла планеты и других параметров ставит новые задачи перед климатологами, изучающими непростые процессы с обратными связями в сложной, саморегулирующейся системе нашей планеты.

Международный географический союз поддержал инициативу Комиссии по климатологии выпустить две книги об исследованиях экстремальных погодных и климатических явлений и выделил необходимые для этого средства. В первой опубликуют результаты изучения климатических аномалий на Земле в связи с явлениями Эль-Ниньо, во второй – результаты аналитического исследования условий наступления экстремальных гидрометеорологических ситуаций и возможности их прогнозирования. Таким образом, будет подведен итог современным знаниям в области изучения изменчивости климата и намечены направления дальнейших исследований.

Перед конференцией и после ее окончания ученые совершили ряд экскурсий и научных поездок и получили поистине уникальную возможность увидеть необыкновенную природу Южной Африки.

Участники форума познакомились с тем, как развивается ЮАР, где живут вместе представители разных по культуре и

менталитету цивилизаций – европейской и африканской. Эта страна использует 60% энергии от всего энергопотребления странами Африки, а производит ее до 80%, в ней развиваются как добывающая, так и обрабатывающая промышленность, интенсивно – сельское хозяйство. В стране оставлены нетронутыми огромные участки девственной природы – резерваты для

диких животных, вольно живущих среди естественных африканских ландшафтов. Страна привлекает большие инвестиции (прежде из Европы, а теперь – из стран Юго-Восточной Азии). Тем не менее здесь повсюду сохранились свидетельства апартеида, несмотря на предпринятые шаги к выравниванию уровня жизни белого и черного населения.

Знакомство с реальным положением вещей в ЮАР было крайне полезно и интересно для географов всего мира.

М.Д. АНАНИЧЕВА,
кандидат

географических наук
Институт географии РАН

Е.Н. ВОСКРЕСЕНСКАЯ
Морской гидрофизический
институт
Академии наук Украины

Информация

Астероид на земной орбите

Обнаружен небольшой астероид (предварительное обозначение 2002 AA29), около 60 м в диаметре, который движется по орбите, схожей с земной, приближаясь к ней то с одной, то с

другой стороны. Когда его обнаружили, он медленно приближался к Земле, двигаясь вне ее орбиты. 8 января 2003 г. он подошел к Земле на минимальное расстояние – 5.9 млн км. Новое сближение произойдет только через 95 лет, тогда он подойдет к Земле с другой стороны, уже изнутри земной орбиты, находясь ближе к Солнцу, чем Земля. П. Ходас из Лаборатории реактивного движения (США), обнаруживший эти особенности поведения двух небесных тел,

сравнивает его с игрой в кошки-мышки или с гонками двух картов по одной дорожке. Движение астероида предвычислено на 600 лет вперед – картина не меняется. Д. Йоманс, координатор программы NASA по слежению за близко подходящими к Земле объектами, считает, что столкновения астероида с Землей не произойдет.

По материалам NASA
(пресс-релиз № 03-001,
2 января 2002 г.)

Спектр нейтронной звезды

Даже нейтронные звезды могут иметь “атмосферу”. Правда, толщина ее всего около 1 см, и появляется она, если нейтронная звезда имеет близкого спутника и вещество последнего падает на поверхность нейтронной звезды. Когда этого вещества накопится достаточно, в нем начинаются ядерные реакции, сопровождаемые вспышкой рентгеновского излучения. Такие вспышки наблюдаются с помощью рентгеновских спутников уже давно. А вот что удалось сделать в первый раз, так это

получить спектр вспышки, выделить в нем спектральные линии некоторых элементов, в частности железа, и измерить их гравитационное красное смещение.

Ученые направили приборы европейской рентгеновской обсерватории “ХММ-Ньютон” (Земля и Вселенная, 2000, № 4), запущенной 10 декабря 1999 г., на нейтронную звезду, входящую в двойную систему EXO 0748-676 в созвездии Летучей Рыбы, в 30 тыс. св. лет от Солнца. За время наблюдений (93 ч) произошло 28 вспышек рентгеновского излучения.

Сильное гравитационное поле звезды сдвигает длину излучаемых волн в красную сторону,

У этой нейтронной звезды смещение оказалось 0.35. Важно, что это смещение позволяет непосредственно определить отношение массы звезды к ее радиусу, а также вычислить отношение плотности к давлению. В этом случае отношение массы к радиусу составило 0.152 $M_{\odot}/\text{км}$.

Измерения нового физического параметра нейтронных звезд поможет лучше выяснить природу их вещества. Это важно, т.к. похожее вещество невозможно создать в лабораториях на Земле.

По материалам NASA
(пресс-релиз № 02-214,
6 ноября 2002 г.)

Нужна ли сегодня философия?

В. В. КАЗЮТИНСКИЙ,
доктор философских наук

Этой теме было посвящено очередное заседание клуба "Открытое слово", состоявшееся 22 января 2003 г. в Институте философии РАН. Мне довелось быть участником этого заседания. Хочу поделиться с читателями "Земли и Вселенной" своими личными впечатлениями о сути происходивших дискуссий.

Академик **В.С. Степин** в своем выступлении поставил вопрос о научном статусе философии. В соответствии с распространенным мнением, философия не является наукой, хотя бы потому, что есть обширные пласты философствования, которые к науке отнести нельзя (например, Ф.М. Достоевский, Л.Н. Толстой). Необходимо различать философию и мировоззрение. Скажем, в Древнем Египте было мировоззрение, но еще не философия. Философию В.С. Степин понимает как рефлексию над универсалиями культуры, т.е. ценностями жизненного мира

(человек, жизнь и смерть, добро и зло, причинность и т.д.). Философия придает этим универсалиям новые смыслы. Если бы общество не развивалось, продолжал В.С. Степин, философия была бы не нужна. Но оно развивается, новые смыслы культуре нужны. Универсалии выступают как гены культуры, а философия – как необходимый мутагенный фактор. Философия нужна там и тогда, где и когда ломаются универсалии культуры, смысложизненные ценности. Она выступает как суперстратегия социального развития, поиск новых типов цивилизационных сдвигов. Так, невозможно совместить идеалы техногенной, потребительской цивилизации с выживанием человечества в условиях крайнего обострения глобальных проблем. Особый вопрос: нужна ли философия современной власти? Власть всегда сводила философию к идеологии, оправдывающей действительность. Но под-

линная философия сопротивляется подобным оправданиям. Она намечает возможные меры человеческого опыта.

Доктор философских наук **В.М. Межуев** сказал, что из выступления академика В.С. Степина ему так и не стало ясно, нужна философия современному человеку или же нет, и почему с философией дело обстоит так плохо. Ведь сейчас живет, являясь нашими современниками, больше философов, чем их было за всю историю человечества! В.М. Межуев поставил вопрос так: философия – это архаическая или современная форма знания? Ведь столько мыслителей (в том числе К. Маркс и О. Конт) претендовали на преодоление философии. Австралийский философ О. Шпенглер, говоря еще в начале прошлого века о кризисе культуры, отмечал проявляющуюся в культуре заурядность и ничтожность во всем (включая философию). Вся философия XX в.

отчаянно боролась за свое существование. Но ни один из философов этого времени не определил лицо эпохи. Современный философский постмодернизм – это вообще антифилософия. Задача философии – преодолеть власть современности над человеком. Функционирует ли она в современном мире, должны решать не философы, заключил В.М. Межуев.

В ходе дальнейшего обсуждения были высказаны многочисленные критические оценки роли философии в современной культуре, анализировались причины создавшейся ситуации. Доктор экономических наук, академик РАН **В.И. Данилов-Данильян** сказал, что кризис переживает не только философия, но и вся духовная деятельность человечества. В отличие от прошлого, сейчас нет великих писателей, композиторов, живописцев, архитекторов. Набат должен быть общезначимым: человечество зашло в тупик. Если выход будет найден – его подскажет философия. На заседании говорилось также, что философия – это наука, без которой ни одно общество существовать не может. Она была, есть и будет наукой наук. Философия организует ноосферу (член-корреспондент РАН **М.Н. Титаренко**). Было высказано мнение, что кризис философии вызван традиционным ее пониманием, согласно которому, это эпоха, схваченная в мыслях (Г.В.Ф. Гегель). Надо, чтобы было наоборот: философия – мысль, фор-

мирующая эпоху (член-корреспондент РАН **А.А. Гусейнов**). Кризис философии рассматривался как кризис исторического сознания. Если история забыта, а есть лишь “текущий момент” – все бессмысленно. Философия нужна тем, кто верит, что есть история человечества, обладающая смыслом. Власть философия не нужна потому, что ей необходимы способы манипулирования человеческим сознанием. Это достигается с помощью определенных технологий (доктор философских наук **В.Н. Порус**). Из дискуссии следовало, что необходимо конкретно разобраться, какая философия, кому и зачем нужна или не нужна, и почему. Неоднократно поднимался и вопрос об отвратительном преподавании философии, не отделявшем живую философскую мысль от давно умершей.

Какое впечатление произвела эта дискуссия на меня? Ясно, **во-первых**, что проблемы современного статуса философии нельзя обсуждать, не учитывая тот кризис, в котором находится сейчас культура. Действительно, многие и не замечают, что массовое тиражирование литературно-художественных и музыкальных подделок (включая детективы, сериалы, худшие образцы рок- и поп-музыки и т.п.), навязываемых потребителю посредством наглой, низкопробной рекламы, заменяет подлинную культуру чем-то вроде особых типов наркотиков. Разрушается эстетическое чувст-

во. Идеал прекрасного уничтожают взрывы низменных инстинктов и страстей. Философию как размышление вытесняют средства видео- и аудиотехники: зачем размышлять – сиди, смотри и слушай. Философия и в самом деле не нужна одномерному меркантильному человеку “массового общества”, все интересы которого сосредоточены вокруг потребления материальных благ и сомнительных развлечений. Обыденное сознание обходится без философии. Но, **во-вторых**, парадоксальным образом позиция тех участников дискуссии, которые ставили под сомнение или даже отрицали возможность (тем более необходимость) философии сегодня, обнаруживала очевидную двойственность. Признавая, что философия не нужна ни властям, ни массам, они, тем не менее, подчеркивали социальную ценность таких проблем, как смысл жизни, добро и зло (даже в обществе, становящемся все более аморальным). Но это значит, что они, вопреки их же собственным словам, видят неустранимую потребность в философии. Отрицая необходимость философии, они не сказали о том, какой феномен должен занять ее место. **В-третьих**, философия, конечно, давно перестала быть “наукой наук”. Более того, довольно спорный вопрос, является ли она вообще наукой. У нее свои специфические задачи, не входящие в сферу науки. Философия – не литературная критика, как счита-

ют некоторые постмодернисты, а поиск конечных оснований человеческого бытия, смысла жизни, смысла истории, формирования ценностных ориентаций человека. Негативное отношение к философии означает ни более ни менее как отрицание смысло-жизненных ценностей. Но философское знание не отвечает критериям научной достоверности. **В-четвертых**, типы философии, конечно, меняются. Культура XX в., как правило, не разрабатывала философских систем, подобных, например, гегелевской. Философия отошла от проблемы всеобщего, особое внимание уделяя человеческой личности, фило-

софскому анализу языка, интерпретации текстов. Видное место занимало философское осмысление науки, которая была одним из главных факторов, определивших лицо XX в. В условиях кризиса культуры возникло отношение к науке, как некоему "монстру", глубоко враждебному человеческой природе. Но при всей своей эмоциональной напряженности антисциентистские доводы выглядят жалко и неубедительно. Наука была и остается феноменом, раскрывающим высшие сущностные силы человека. Новые прорывы в науке (включая астрономию, космологию, комплекс наук о Земле) неизбежно будут

сопровождаться философским анализом новых путей научного поиска, становления новых фундаментальных понятий науки, новой научной картины мира. Так было до компьютеров, но так будет и в компьютерный век. Кроме того, без философских ориентиров человечеству не выбраться из трясины глобальных проблем, куда завело его бездумное и своекорыстное использование научно-технического прогресса. Итак, **в-пятых**, философия – это не только прошлое культуры, но также ее будущее. До тех пор, пока сохранится человек мыслящий.

Информация

Ученые подошли вплотную к "темным векам"

Примерно через 300 000 лет после рождения Вселенной она охладилась настолько, что в ней появился нейтральный водород. (От этого момента осталось реликтовое излучение.) Далее вещество Вселенной стало группироваться в сгущения, в которых рождались звезды. Но вездесущий нейтральный водород

полностью поглощал излучение этих первых звезд. Только через 1–2 млрд. лет звезд появилось настолько много, что их ультрафиолетовое излучение смогло снова ионизовать водород, и во Вселенной открылись "окна", в которых теперь видны звезды и галактики. Эпоха "темных веков", как ее называют астрономы, закончилась.

Исследователи направили Космический телескоп им. Хаббла (КТХ), оснащенный усовершенствованной камерой обзора неба, на участок в созвездии Девы и получили снимок, используя предельные возможности телескопа. (Advanced Camera for Surveys – ACS установлена на борту КТХ в марте 2002 г.; Земля и Вселенная, 2002, № 4.) На

снимке (поле зрения 200" × 200") обнаружили около 30 слабых красных объектов. Сравнивая их с другими объектами снимка, ученые пришли к выводу, что это – молодые галактики (протогалактики), относящиеся к эпохе, когда наша Вселенная была в 7 раз меньше и имела только 1 млрд. лет от роду. Похоже, что ученые подошли к теоретическому пределу, ранее которого уже невозможно увидеть что-нибудь во Вселенной, во всяком случае в оптическом свете.

По материалам NASA
(пресс-релиз № 03-008,
9 января 2003 г.)

Размышление о судьбе и насущных проблемах школьной астрономии

Е. П. ЛЕВИТАН,
доктор педагогических наук

Мало кто знает, что **исключение астрономии из перечня обязательных учебных предметов в школе имеет определенное теоретическое обоснование в современной педагогической науке. Астрономия из "учебных предметов" переведена в число "учебных дисциплин"**, что, к счастью (!), оставляет возможность **разрабатывать проблемы дидактики астрономии, сосредоточивая внимание на самых актуальных из них.**

ПОЧЕМУ "ИСЧЕЗЛА"
АСТРОНОМИЯ

Исключение астрономии из числа основных учебных предметов вызывает справедливое негодование тех, кто на протяжении многих лет последовательно и настойчиво борется за ее сохранение и совершенствование. Эпоха небывалого прогресса астрономической науки и

совпавший с ней расцвет оккультного мракобесия требуют особого внимания к изучению астрономии в школе, а не превращения ее в "предмет по выбору". Но искренне возмущаясь против содеянного и обрушивая гнев на чиновников, не уподобляемся ли мы тому, кто клянет Чубайса за перегоревшую электрическую лампочку в своей квартире? С лампочкой все просто, а о печальной судьбе школьной астрономии этого не скажешь. Причина парадоксального явления кроется в фундаментальных достижениях теории обучения, что для профессиональных дидактов не представляет никакой загадки. По их мнению, астрономии в школе не должно быть (а потому и не будет), поскольку в перечне главных предметов, якобы объективно определяемых открытой ими **"матрицей"**, такого предмета просто нет. Вердикт **"матрицы"** обжалованию не под-

лежит, но надежда на спасение остается (она, как известно, умирает последней), ибо астрономия в числе **"учебных дисциплин"** все-таки осталась и разрабатывать ее проблемы не запрещается... Вероятно, бесполезно в отдельной статье подробнее рассказать как об упомянутой **"матрице"**, так и о тонком различии между **"учебным предметом"** и **"учебной дисциплиной"**. Здесь же лишь кратко остановимся на наиболее актуальных проблемах, разработка которых имеет **практическое** (т.е. необходима для более эффективного обучения школьников основам астрономии) и **научно-педагогическое значение** (т.е. послужит становлению дидактики астрономии как одной из частных дидактик). Задуматься над этим полезно и потому, что в последние годы появляется все больше работ, которые мало кого интересуют, кроме их авторов, и, разумеет-

ся, почти не используются учителями и учащимися.

Можно утверждать, что современное печальное положение школьной астрономии, якобы объективно приговоренной стать второстепенным учебным предметом, – явление временное. Прогресс астрономической науки, неразрывно связанный с грядущими космическими исследованиями и экспериментами, неминуемо сделает **космическим XXI век**. И тогда сама жизнь не только возвратит астрономию в число основных учебных предметов, но, скорее всего, астрономия станет играть системообразующую роль в комплексе учебных предметов наступившего века. Однако для этого предстоит еще очень многое сделать!

ШКОЛЬНЫЙ УЧЕБНИК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Как известно, четыре существующих школьных учебника астрономии, написанные в разное время, по разным авторским программам и совершенно разными людьми, весьма сходны не только по **содержанию**, но и **структуре**. Случайностью это объяснить невозможно. И дело не в том, что это учебники по одному предмету, поскольку данный предмет можно излагать различными способами.

На самом деле причина в том, что в 60-х гг. XX в. все-таки удалось найти близкие к оптимальным содержание и структуру мизерного по объему курса школьной астрономии. Это,

конечно, не означает, что проблема школьного учебника астрономии окончательно решена. В перспективе – прежде всего улучшение и совершенствование существующих учебников, в том числе учебника автора (“Астрономия”, XI класс, 8-е издание. Просвещение. М., 2003). Но затем потребуются новые учебники, причем не только по астрономии, но и по всем предметам. Их концепция разрабатывается уже несколько лет.

Учебник астрономии нового поколения должен быть интереснее, привлекательнее и доступнее учащимся, чем нынешние, которые недостаточно учитывают психологические особенности современных школьников. Реализовать это очень трудно, но автор все-таки пытается создать вариант учебника нового поколения – в традиционной (печатной) форме и в электронной версии.

Учитывая, что речь идет об учебнике астрономии для старшей школы (X–XI кл.), желательно разрабатывать, кроме “общего для всех”, своего рода “профильные” учебники. Думается, что, создавая учебники “Астрономия для гуманитариев” и “Астрономия для увлеченных физикой и математикой”, тоже полезно предусмотреть их выпуск в традиционном и электронном виде.

Пользуясь случаем, напомню, что **давно назрела нужда и в новом учебнике для студентов педагогических университетов**. Поскольку на протяжении многих лет преподавание

астрономии наиболее успешно осуществляется в педуниверситетах Москвы и Санкт-Петербурга, от педагогических коллективов именно этих вузов можно ожидать самых удачных вариантов учебников астрономии, хотя достойными их конкурентами могут оказаться работы и вузовских педагогов из других городов.

НЕОБХОДИМА НОВАЯ СИСТЕМА СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

Похоже, многие начинают понимать, сколь нелегко увлечь современных старшеклассников **систематическим** изучением астрономии (они и так “все знают”, “все уже видели” благодаря ТВ и ПК). Однако надо не только пробудить в них интерес, но и **постоянно поддерживать его на достаточно высоком уровне**.

Давно стал архаичным и бесперспективным “меловой” метод преподавания (это когда основные средства обучения – мел и классная доска). Учебник тоже, конечно, является средством обучения, более того, учебник – **ядро системы средств обучения**. В недалеком прошлом учителя астрономии могли, кроме учебника, получать в свое распоряжение специально созданные в нашей стране учебные диафильмы, слайды, кинофильмы, наглядные таблицы, но сейчас их выпуск прекращен и приходится пользоваться старыми. Ясно, что не имеет смысла пытаться восстанавливать

и модернизировать все это, ибо, например, "классические" аудиовизуальные средства обучения целесообразно заменить видеокассетами, компьютерными слайдами, учебными компьютерными программами (на дискетах и дисках). Перспективна также и интерактивная система использования самого учебника, если мы хотим его грамотно воплотить в электронном варианте. Существующие компьютерные программы позволяют не только показывать красивые фотографии небесных тел, но и моделировать различные небесные явления и процессы, а также "оживлять" дидактический материал ("Земля и Вселенная", 2002, № 6).

Прекрасное дополнение – современные карты звездного неба, Млечного Пути, Луны и некоторых планет, различные объемные модели, позволяющие учащимся представить вид и сравнительные размеры планет, звезд, Солнечной системы и Галактики. Здесь действительно можно кое-что модернизировать, но многое придется создавать вновь. Постепенно на уроки и факультативные занятия по астрономии станет проникать Интернет, откуда учителя и любознательные учащиеся будут черпать интереснейшую и самую свежую информацию. При этом еще долгое время источником необходимой им научной информации будут оставаться научно-популярные и методические журналы ("Земля и Вселенная", "Звездочет", "Физика

в школе" и др.). Известно, например, что благодаря публикациям в "Земле и Вселенной" в астрономию пришло немало нынешних профессионалов (о чем некоторые из них, к сожалению, по-видимому, уже забыли...). Но в целом из сказанного следует: персональные компьютеры станут важными элементами учебного оборудования в новой системе средств обучения астрономии.

Исключительно важную роль в преподавании астрономии играли и будут играть **планетарии**. Простейшие **аппараты** ("планетарии") есть даже в отдельных школах, но эффект от их применения несоизмерим с тем, что могут дать хотя бы малые оптические "планетарии". Их, к сожалению, очень мало – в Москве, Санкт-Петербурге и лишь в десятках других российских городов. Средние и, тем паче, большие оптические аппараты в нашей стране (в отличие от других стран!) стали непозволительной "роскошью".

На этом фоне закрытие Московского планетария выглядит абсурдно, потому что на протяжении десятилетий "Звездный дом" был центром огромной учебной работы по астрономии и космонавтике, проводимой в масштабах Москвы и всей страны. Сейчас (вопреки множеству объективных и субъективных трудностей!) Московский планетарий начинает возрождаться. Правительством Москвы и Программой развития ООН в 2002 г. завершен проект, который называется "**Раз-**

работка и реализация программы по созданию культурно-просветительского астрономического центра на базе планетария в г. Москве". Автор принял активное участие в подготовке итогового документа, о котором, возможно, следовало бы подробнее рассказать читателям "Земли и Вселенной" (ведь многие из них дезориентированы слухами и сомнительными публикациями в СМИ). Хочется надеяться на то, что в **ближайшие годы Московский планетарий будет открыт**. Вместе с тем откроется новая важная страница в истории астрономического образования, потому что появятся более совершенные технические возможности для приобщения детей и взрослых к достижениям астрономии и космонавтики, для развития учебной работы, деятельности кружков и организаций любителей астрономии. Многие посетители планетария сумеют впервые в своей жизни посмотреть в телескоп на Солнце, Луну, планеты, звезды... Автор верит, что все так и будет, но, конечно, отдает себе отчет в том, что для этого необходимо **компетентное научно-методическое руководство** новым "Звездным домом" в Москве. Имеется в виду прежде всего **Ученый совет**. При этом немалые требования должны быть **жестко** предъявляемы и к подбору администрации уникального столичного Планетария, который, может быть, начнет работать не позднее 2005 г.

Согласно **обновленной авторской концепции астрономического образования** (Земля и Вселенная, 2003, № 1), формирование основных понятий астрономии и космонавтики должно осуществляться на протяжении всего периода обучения детей в общеобразовательной школе. Этапы этого непрерывного процесса, охватывающие I–III (IV) кл. и V–IX кл., можно условно назвать **пропедевтическими**, поскольку здесь происходит предварительное, первоначальное ознакомление детей с астрономией (и космонавтикой) на доступном для них уровне. От эффективности пропедевтических этапов зависит в конечном счете, каким будет отношение к астрономии у старшеклассников (заинтересуются ли они соответствующими факультативными курсами и астрономией как “предметом по выбору”).

Хорошо известны два пути пропедевтического изучения элементов астрономии и космонавтики: а) включение их в курсы различных естественнонаучных и гуманитарных предметов; б) развитие системы факультативных занятий в начальной и средней школе (“Сказочная Вселенная”, “Твоя Вселенная”, “Познаваемая Вселенная” и др.).

К настоящему времени накоплен определенный опыт работы в обоих направлениях. Однако он не

обобщен и по-прежнему остается достоянием тех, кому принадлежит. Это относится прежде всего к факультативным занятиям, содержание и формы проведения которых в большинстве случаев определяются учителем в соответствии с его интересами и знаниями, спецификой данной школы и контингента учащихся (и уже созданными пособиями!). Вообще говоря, это не так уж плохо, но отсутствие научно-методических разработок по факультативам резко ограничивает число преподавателей, которые могли бы включиться в их проведение.

Основная идея таких разработок: факультативные занятия в младшей и средней школе (особенно в младшей!) не должны сводиться к упрощенному изложению курса астрономии для старшеклассников. В противном случае цель этих факультативов – развитие интереса детей к астрономии – не будет достигнута, а возникший интерес безвозвратно исчезнет, и его сменит ставшее обычным равнодушие детей к тому, чем их пытаются увлечь. Не надо торопиться и забегать вперед, стремясь сообщить, например младшим школьникам, “все сразу” и “вполне серьезно”. Руководствуясь этим принципом, автор сочинил “Сказки по астрономии”, благодаря которым дети неспешно узнают о мире планет и звезд, проходя увлекательный путь “через сказку к науке”. Но созданная серия книг до сих пор не имеет должной

методической поддержки, т.е. необходимых учителям практических рекомендаций. Это относится к факультативам “Сказочная Вселенная” (I–IV кл.) и “Твоя Вселенная” (V–VI кл.), для которых основа (в виде книг для детей) уже создана. А разработка факультативов для VI–IX кл. (“Познаваемая Вселенная”, “Основы космонавтики” и др.) еще только начинается. Короче говоря, предстоит создать серию пособий для учителей по факультативным курсам для младшей, средней и старшей школы (в последней это, возможно, будут “Эволюционирующая Вселенная” и “Вселенная Человека”).

Понятно, что факультативы предназначаются не всем школьникам, а остальным (их подавляющее большинство!) предстоит знакомиться с астрономией на уроках по разным учебным предметам. Направление соответствующего методического поиска очевидно: необходимо добиться, чтобы крупицы знаний по астрономии, которые вкраплены в те или иные проблемы (и учебники!), были бы, во-первых, достоверными и, во-вторых, готовили бы учащихся к восприятию **системы астрономических знаний** в старшей школе.

С какого возраста имеет смысл начинать знакомить детей с астрономией? В настоящее время “планка” опущена до первоклассников (возраст детей 6–7 лет). Но автора не раз озадачивали предложением практически бес-

предельно (!) снижать этот возраст и просьбой "что-то сделать" **хотя бы** для дошкольников. "**Дошкольной астрономии**" у нас пока нет, но в принципе она вскоре может появиться и развиваться, например в системе детских садов или в рамках семейного воспитания малышей.

Но ("Вы будете смеяться", – как говорят в Одессе) и это еще не нижний возрастной предел... Автору было совсем не до смеха, когда в кулуарах одного из форумов, проходивших в Доме кино, ему всерьез предложили включиться в просветительно-образовательную работу с... будущими мамами в родильном доме, где делались попытки развивать еще не родившихся детей! Тогда, в середине 90-х, воспринять подобное сколько-нибудь серьезно было совершенно невозможно. Однако спустя несколько лет психологи стали говорить о своего рода "**внутриутробной педагогике**", утверждающей возможность и желательность эстетического (например, музыкального) и интеллектуального развития еще не родившегося человека. Причем сообщались не только общие теоретические соображения, но и приводились данные об уже имеющемся положительном опыте... Ограничимся этой полусерьезной информацией, хотя не исключено, что она кого-нибудь заинтересует. И кто-то задумается над тем, можно ли, развивая любознательность эмбриона специально придуманными для него сказочками,

вызвать у будущего человека желание побыстрее увидеть очень красивые Солнышко, Луну и звезды. Сегодня все это кажется, по меньшей мере, забавным, смешным, курьезным и т.д. И уж конечно не относится к числу актуальных проблем дидактики астрономии. Но ведь в конце 80-х гг. мало кто серьезно воспринимал "**астрономию для малышей**", которая сейчас существует и развивается как "астрономия для младших школьников" (учащихся I–IV кл.)! Чем удивит нас будущее? Что будут (и будут ли) говорить об этом через 30–50 лет?... А вдруг тогда, кроме "детской астрономии", включающей не только младший школьный, но и дошкольный возраст ребят, появится рассмешившая нас сегодня "**внутриутробная астрономия**"?! Или, быть может, над такой гипотезой снова посмеются...

РАБОТА С УЧАЩИМИСЯ ВО ВНЕУЧЕБНОЕ ВРЕМЯ

Нередко учителя и начинающие методисты, искреннее стремясь сделать "как лучше", пытаются втиснуть в немногочисленные уроки астрономии огромный информационный материал, решение задач, лабораторно-практические и контрольные работы и даже превращают в уроки школьные астрономические наблюдения. При этом забывают, что подобное делают преподаватели и других учебных предметов, неизмеримо перегружая учащихся.

Пытаясь охладить пыл таких энтузиастов, автор не устает повторять: то, что жадно проглатывают увлеченные астрономией школьники, равнодушно отторгается большинством, которое в результате вообще ничего не усваивает.

Однако заботясь, чтобы все выпускники школы знали основы астрономии, мы обязаны думать и о развитии любознательных и одаренных, предоставляя им на выбор различные формы работы, проводимой во внеучебное время (от факультативов – до подготовки к самым трудным олимпиадам и научно-любительским астрономическим наблюдениям).

Вот почему настало время, прежде всего, подготовить и издать книгу "Методы руководства школьным астрономическим кружком". В ней, основанной на опыте работы ряда руководителей таких кружков (включая автора), должны содержаться варианты учебных программ, рассчитанных на 1–4 года, а также наиболее эффективные формы и методы работы.

Кроме того, необходимо создать современные пособия для учителей астрономии, такие как "Методика работы по астрономии в коллективах при домах детского творчества (юношеских обсерваториях, планетариях и астрономических учреждениях)", "Методы подготовки школьников к участию в астрономических олимпиадах (школьных, городских,



Группа выпускников школьного астрономического кружка школы № 1 г. Жуковского Московской области, организованного автором в 1949 г. Фото 1954 г. Слева направо: Ю. Иванов (стал военным астрономом-геодезистом), Ю. Шалаев (стал кандидатом физико-математических наук), Е. Левитан, И. Куликова, Р. Ирошников (стал доктором физико-математических наук). Кружковцы занимались по 4-годичной программе, о которой почти полвека назад писал член-корреспондент АН СССР П.П. Паренго: "Эта программа представляется очень интересной и полезной. Она не может претендовать на охват большого количества школьников, так как является очень серьезной... В программе содержатся все основные проблемы современной астрономии; изложение во всех случаях ведется строго. Лишь отсутствие математической и физической подготовки в объеме первых трех курсов университета не позволяет (естественно!) полностью углублять вопросы. Но это и не нужно".

областных, российских, международных)" и "Опыт организации и проведения детских летних астрономических школ". К настоящему времени накоплен достаточный материал, который можно использовать для создания перечисленных пособий.

РОЛЬ АСТРОНОМИИ В ВОСПИТАНИИ И РАЗВИТИИ ШКОЛЬНИКОВ

Какова она? Еще сравнительно недавно ответ на этот вопрос был однозначен: изучение астрономии способствует формированию диалектико-материалистического миро-

воззрения и атеистическому воспитанию учащихся. Столь важный воспитательный потенциал астрономии был опорой астрономической общественности, которой удавалось добиться в "директивных органах" сохранения астрономии как самостоятельного предмета (несмотря на многочисленные попытки ее ликвидировать).

...Первая книга автора по методике преподавания астрономии так и называлась — "Методика преподавания астрономии в средней школе" (Просвещение, 1965). Вскоре ее прочитал хорошо владевший русским языком изве-

стный голландский астроном М. Миннарт, один из организаторов Комиссии по преподаванию астрономии Международного астрономического союза. Оказавшись на несколько дней по делам в Москве, М. Миннарт пригласил автора для "важного разговора". Он сказал, что книга ему понравилась, но, к сожалению, перевести ее на голландский язык не сможет, т.к. "в ней очень много марксизма" (так он назвал диалектический материализм). У нас надолго сложились исключительно хорошие отношения, М. Миннарт поручил автору исполнять обязан-

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ №7



Газета, выпущенная членами астрономического кружка школы № 1 г. Жуковского к 50-летию со дня рождения и 30-летию научной и педагогической деятельности профессора Б.А. Воронцова-Вельяминова. Оформлена и полностью нарисована самими кружковцами. Эту газету ребята подарили Борису Александровичу, которого считали своим астрономическим кумиром.

ности члена-консультанта своей Комиссии, но книга на Западе так и не появилась. У нас же она, конечно, не могла увидеть свет без "марксизма".

Тогда невозможно было представить грядущие перемены в СССР, но они произошли, причем все изменилось в области идеологии "с точностью до наоборот".

Теперь нелегко сформулировать, что пришло на смену "коммунистическому мировоззрению", а от школы уже совсем не требуется воспитывать атеистов. Пожалуй, атеисты сейчас себя чувствуют не лучше,

чем верующие в Советском Союзе.

Между тем никто не отменял законы диалектики, а конституционная свобода совести дает право каждому быть верующим или атеистом.

Вообще говоря, создается впечатление, что негласное табуирование атеизма является лишь данью очередной "идеологической моде", как, впрочем, и чрезмерное выпячивание роли церкви и якобы необходимого религиозного воспитания подрастающего поколения. Скорее всего, будут продолжаться начавшиеся показательные науч-

ные дискуссии о разуме и вере, саморазвитии и творении, о глубинной сущности красоты и целесообразности в природе. Назрела необходимость в новых научных дискуссиях по философским вопросам естествознания. Ведь сейчас не так просто даже перечислить эти вопросы. Они, можно сказать, были хорошо известны (автор тоже обсуждал их в своих публикациях, например в книге "Мировоззренческие аспекты изучения астрономии". Высшая школа, 1983). А теперь?

И все-таки нужно сформулировать некоторые ре-

комендации, в которых сейчас нуждаются преподаватели естественнонаучных дисциплин.

Воспитательная роль обучения астрономии будет возрастать по мере уточнения и дополнения астрономической картины мира, которая по своей сути научна, объективна (материалистична), диалектична, но, конечно, относительна, т.к. всегда отражает определенный уровень знаний о Вселенной.

Учитывая все это и принимая во внимание гуманитаризацию и гуманизацию астрономии (как и других учебных дисциплин), можно, в частности, согласиться с тем, что в процессе обучения астрономии следует стремиться формировать **гуманистическое научное мировоззрение**. Знакомя школьников с основами астрономии и космонавтики, мы не только способствуем формированию научного мировоззрения, но и вносим определенный вклад в интеллектуальное, эстетическое, нравственное воспитание школьников. Изуче-

ние астрономии развивает мышление и творческие способности детей и подростков, вырабатывает иммунитет к бытующему оккультному мракобесию, стимулирует потребность в непрерывном образовании.

Здесь еще раз хотелось бы подчеркнуть важность развития системы школьных и внешкольных астрономических кружков и коллективов. Причем большим потенциалом, безусловно, обладают астрономические кружки при крупных планетариях, высших учебных заведениях и разнообразных Домах творчества молодежи. Классический пример – уникальный астрономический кружок при Московском планетарии. Сегодня многие специалисты в области астрономии и методики ее преподавания могут сказать: “Мы все вышли из этого кружка”. Годы занятий в кружке остались в памяти каждого из нас на всю жизнь. (Мой кружок в г. Жуковском официально считался филиалом № 1 Астрономического кружка Московского планетария.)

Напомню, что в разное время в этом Астрономическом кружке занимались такие известные сейчас астрономы, как Н.С. Кардашев, Ю.Н. Ефремов, А.В. Засов, К.В. Куимов, Н.Г. Бочкарев, В.М. Чаругин и ряд других. Хочется надеяться, что столь же блестящая кузница астрономических кадров будет успешно работать и при обновленном Московском планетарии...

К сожалению, невозможно в рамках статьи сколько-нибудь подробно рассмотреть обозначенные здесь проблемы и хотя бы назвать наиболее результативных их разработчиков. Но обозначить эти проблемы необходимо, хотя пришлось высказать ряд весьма “крамольных” мыслей (а без них едва ли нужно было вообще писать статью). Что касается некоторых подробностей затронутых в статье вопросов, то интересующиеся со временем найдут их в монографии автора “Дидактика астрономии”.

Информация

Обратное вращение спиральной галактики

В апреле 2002 г. на конференции Американского астрономического общества прозвучал доклад о спиральной галактике NGC 4622, находящейся в направлении созвездия Центавра в 111 млн. св. лет от нас. О результатах наблюдений сообщили астрофизики Р. Буга и Д. Берд из Университета штата Алабама, Т. Фримен из Бевиллского колледжа

(США). Исследования проводились с помощью широкоугольной камеры, установленной на Космическом Телескопе им. Хаббла, с применением ультрафиолетового, инфракрасного, голубого и зеленого фильтров.

Оказалось, что обращенная к Земле часть галактики NGC 4622, вопреки распространенному мнению, вращается концами ветвей вперед (“раскручивание”). Это открытие стало неожиданностью, т.к. в большинстве спиральных галактик внешние рукава отстают (“закручивание”). Но, как обычно для “двухэтажных” галактик, ее внутренние (редко наблюдаемые) и внешние рукава завернуты в противоположные стороны. Странность в движении

(“раскручивание” внешних рукавов) вызвана, видимо, ее взаимодействием с другой галактикой. Данную гипотезу подтверждает несимметричность внешних рукавов NGC 4622. Возможно, она поглотила какую-то небольшую галактику, и произошло это недавно, иначе изменения не были бы столь радикальными, т.к. гигантские звездные системы вращаются очень медленно. Например, в Млечном Пути Солнце делает полный оборот вокруг его центра за 250 млн. лет. Подобные периоды характерны и для других звезд, что говорит о медленном вращении нашей звездной системы.

SpacNight, 2002, 44, 4

Летняя школа в Приэльбрусье

Д.А. ГУЛЮТИН

Государственный космический научно-производственный центр
им. М.В. Хруничева

Среди региональных отделений Всероссийского аэрокосмического общества (ВАКО) "Союз" Кабардино-Балкарское отделение (КБО), пожалуй, одно из самых активных. Автору, много лет работающему в жюри Всероссийского конкурса "Космос", довелось убедиться в этом.

Не первый год участвующая в конкурсе делегация из Нальчика отличается своей многочисленностью и неизменным задором. Можно не сомневаться — их выступление будет ярким и необычным. Здесь и песни под гитару, и зажигательные кавказские танцы в национальных костюмах... Но главное — их работы по астрономии и космонавтике, всегда оригинальные, разноплановые и выполненные на самом высоком уровне. Многие ребята из КБО ВАКО "Союз" неизменно становятся лауреатами конкурса, а в командном первенстве груп-

па из Кабардино-Балкарии занимает призовые места. Поэтому приглашение руководства республики посетить ее летом 2002 г. автор статьи и А.В. Фесенко встретили с большим энтузиазмом. Хотелось поближе познакомиться с ребятами из Кабардино-Балкарии, с их преподавателями, узнать, как достигаются столь высокие результаты. Во время поездки планировалось не только посмотреть работу КБО ВАКО "Союз", но и принять участие в работе юбилейной летней научно-оздоровительной школы "Союз-20".

Гости из Москвы не раз приезжали в Кабардино-Балкарию и увозили оттуда самые приятные впечатления. Бывали в этой горной республике и руководители ВАКО "Союз" — президент летчик-космонавт Герой Советского Союза А.А. Серебров и вице-президент летчик-космо-

навт Герой России А.И. Лазуткин. Но их визиты были короткими, нас же приглашали на всю смену. Готовились мы к командировке на Северный Кавказ очень тщательно: составляли программу занятий, подбирали слайды и видеофильмы.

Руководство КБО ВАКО "Союз" устроило для нас замечательную экскурсию в Пятигорск и по Нальчику. Отделение работает на базе Республиканского Центра научно-технического творчества учащихся, курируемого Министерством образования и науки. КБО насчитывает в своих рядах более 3 тыс. детей. У него 12 филиалов в разных городах Кабардино-Балкарии. В него также входят более 30 объединений школьников и студентов. Когда мы подошли к зданию Центра, там завершалась подготовка к смене. Корпус был похож на расстроенный улей, но мы осмотрели все-таки неко-

торые кабинеты. Ребята в Центре имеют возможность попробовать себя в разных областях науки и техники: они знакомятся, конечно, с астрономией и космонавтикой, информатикой и ракетно-космическим моделированием, а также проходят углубленный курс математики, физики и химии. Но есть и направления, выходящие за эти рамки, – робототехника, нетрадиционные виды транспорта, судомоделирование. Наряду с техническими дети посещали гуманитарные кружки, такие, например, как психологии общения, танцевальный и авторской песни.

В Приэльбрусье ежегодно проводится летняя научно-оздоровительная школа КБО ВАКО "Союз". Для этого при поддержке Фонда социального страхования арендуется турбаза "Эльбрус" – один из центров туризма и альпинизма. Турбаза расположена в Баксанском ущелье, рядом с поселком Тегенекли, на высоте 1850 м. Мальчишки и девчонки находят здесь занятия по интересам. Немаловажно, что живут они в экологически чистом месте и дышат здоровым горным воздухом.

Летняя научно-оздоровительная школа "Союз-20" проходила с 22 июля по 6 августа 2002 г. В ней приняло участие около 110 ребят. Все они – победители районных, городских, рес-



публиканских и всероссийских олимпиад и научных форумов учащихся.

Школа больше напоминала лагерную смену. Торжественное открытие с выносом флагов, выходом всех четырех отрядов с девизом, речевкой и песней. Каждому отряду ребята дали имя. Самый старший – "Альтаир" (ярчайшая звезда созвездия Орла и символ Всероссийского детского центра "Орленок"). Второй – "Ареида", назван-

ный в честь орлятской "марсианской" смены ВАКО "Союз", прошедшей в сентябре 2002 г. Третий отряд назывался "Александрия" – в честь посетившего "Орленок" космонавта Александра Лазуткина, которого ребята помнят и любят. Самые юные участники школы – члены отряда "Лунатики". На открытии школы прошло посвящение ребят в члены Общества. Его доверили провести нам как гостям республики. Мы с



большим волнением повязали ребятам темно-синие галстуки с белой эмблемой ВАКО "Союз" – маленький космонавт верхом на Большой Медведице.

Каждый из гостей школы вел занятия в отрядах, в частности, автор занимался с ребятами преимущественно космонавтикой. Наряду с обычной беседой на какую-либо из тем и ответами на вопросы использовались технические средства, в том числе компьютер для получения последней информации из Интернета. Компьютер помог разобраться в устройстве ра-

кет-носителей и Международной космической станции. Ребята смогли проследить за поэтапным строительством станции и увидеть ее собранной. Наглядность материалов и игровая форма обучения сделали информацию доступной и интересной даже для самых юных участников смены. На занятиях использовались видеопрограммы. На сеанс обычно собирались по вечерам все отряды. Показывали короткие учебные и документальные полнометражные фильмы по космонавтике и астрономии. Например, знаменитая лента "Для все-

Сотрудник Московского планетария А.В. Фесенко среди дипломантов курса "Введение в латинский язык и античную культуру". Фото Г.З. Науяниса.

го человечества" о путешествии американских астронавтов на Луну вызвала большой интерес не только у детей, но и у взрослых. Еще одна форма учебы – просмотр разноплановых слайдпрограмм, посвященных в основном историческим аспектам, в частности началу космической эры или полным драматизмам исследованиям Луны автоматами.

Преподаватель ракетомодельного кружка А.М. Лутай со своим учеником Исламом Александровым готовят к запуску модель ракеты. Фото Г.З. Науяниса.

Участники школы получали не только научно-технические знания, но и гуманитарные. А.В. Фесенко — сотрудник Московского планетария, старший преподаватель Московского государственного университета культуры и искусств — провел эксперимент, организовав курс "Введение в латинский язык и античную культуру". Ребята, до этого интересовавшиеся лишь науками о Вселенной и полетами в космосе, узнали, что латынь — язык, на котором написаны многие научные трактаты, и поняли: его изучение открывает перед человеком большие возможности. Слушателям курса стало известно, что латинские выражения употребляются до сих пор. Их можно увидеть на эмблемах космических миссий. Например, эмблема миссии КК "Аполлон-13" содержит латинскую фразу "Ex Luna, scientia" ("Знания с Луны"), а на недавно утвержденной эмблеме российского отряда космонавтов — знаменитое выражение "Per aspera ad astra" ("Через тернии к звездам"). Результат занятий превзошел ожидания — дети с жаром принялись за изучение нового для них языка. Отряд "Александрия" просто "заболел" латынью, его даже стали называть "латинским". На-



шлись даже энтузиасты, которые хотели заниматься дополнительно. За успехи в изучении латыни ребята получили красочные дипломы, а некоторые — дипломы с отличием.

В работе школы приняли участие и местные высококвалифицированные специалисты, посвятившие обучению детей много лет. Среди них — преподаватель ракетомоделизма А.М. Лутай. Под его руководством ребята конструировали свои первые летающие модели. Это и кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Кабардино-Балкарского государственного университета Ю.Х. Хамуков, читавший лекции основ научных исследований и проектирования. В смене вели занятия кандидат технических наук, доцент Кабардино-Балкарской го-

сударственной сельскохозяйственной академии С.С. Искаков, педагоги дополнительного образования И.С. Золотарева, Г.З. Науянис и другие.

Во время проведения школы "Союз-20" были организованы интереснейшие экскурсии и даже двухдневный поход на гору Чегет, небольшие прогулки по окрестностям турбазы, где продолжили занятия, консультировали по поводу предстоящей научной конференции — одного из важных элементов летней школы. С помощью телескопа, предоставленного КБО ВАКО "Союз", проецируя изображение на специальный экран, ребята могли наблюдать солнечные пятна, причем несколько дней подряд, т.е. увидели их в развитии. Незабываемым в памяти ребят остался по-



Победительница астрономической конференции Татьяна Калашникова получает диплом. Фото Г.З. Науяниса.

ход в горы. У подножия Эльбруса расположена обсерватория Академии наук Украины. К сожалению, плохая погода не позволила организовать туда экскурсию. Зато ребят ждало другое, не менее интересное событие — посещение

Баксанской нейтринной обсерватории, расположенной в штольнях под снежным массивом горы Андырчи (Земля и Вселенная, 1998, № 3). В этот день они узнали, что бывают и необычные телескопы, которые расположены не на го-

ре, а в ней самой. При этом регистрируются частицы, приходящие не сверху, а снизу, пронзив гигантскую толщу Земли. Ученые провели экскурсию по обсерватории, рассказали о своей работе, ответили на вопросы.

В двухдневный поход взяли только старших ребят: в горах по ночам очень холодно, а лагерь был разбит на высоте 2300 м — в ущелье Джантуган на бе-

Участники двухдневного похода в ущелье Джантуган. Фото Г.З. Науяниса.



регу живописной горной реки Адылсу. И хотя днем шел дождь, вечер и ночь все же выдались удивительно ясные, что очень хорошо для астрономических наблюдений, знакомства с созвездиями, а значит, с мифами и легендами. Увлекательные беседы под яркими звездами да еще в экстремальных горных условиях оставляют неизгладимый след у слушателей. Самые терпеливые смогли дождаться восхода Луны и в телескоп насладиться величием и красотой ее рельефа. Усталые, но счастливые, ре-

бята унесли в сердце красоту гор...

Были, конечно, и спортивные соревнования, и веселая игра "Стартинейджер", и забавный "День индейца", и любимые ребятами дискотеки, и аукцион, где на местную "валюту" (названную "луна-тики") можно было приобрести для себя и своих друзей много различных сладостей... Пели "космические" и просто хорошие душевные песни, без которых наука и техника лишаются чего-то особенно важного – человеческой души, простых и мудрых

истин. Приятно, что об этом помнят руководители и педагоги общества.

Юбилейная школа в Приэльбрусье завершилась. Нам навсегда запомнятся снежные вершины и блестящие глаза ребят. Мы благодарим руководство КБО ВАКО "Союз", его президента и генерального директора центра Х.М. Дикинова, исполнительного директора Общества Т.В. Науянис, директора турбазы "Эльбрус" Д.Р. Согаева и других организаторов смены "Союз-20".

Новые пособия по астрономии

"Открытая астрономия 2.5"

Вашему вниманию предлагается полный мультимедийный курс астрономии **"Открытая астрономия 2.5"** для учащихся средних школ, лицеев, гимназий, колледжей, студентов технических вузов. Изготовлен в ООО ФИЗИКОН, автор – Н.Н. Гомулина, председатель методического совета Евро-Азиатской ассоциации учителей астрономии. Научный редактор – В.Г. Сурдин. Курс включает иллюстрированный учебник, содержащий весь школьный курс астрономии, разделенный на 12 разделов, причем все темы несколько расширены по сравнению с "книжными" учебниками астрономии. Некоторые разделы, в частности космические, изложены очень подробно: вы найдете даже формулу Мещерского для космического полета. На диске много персоналий (жизнеописаний ученых – астрономов и космических исследователей от Фалеса до Юрия Гагарина), но некоторые из них могли бы быть подробнее. Курс улучшен по сравнению с предыдущей версией (2.0), в нем исправлены некоторые его ошибки, тем не менее пристрастный поиск ошибок, якобы необходимый для рецензии, одну выявил: углеродный цикл ядерных реакций в звездах назван тройным альфапроцессом.

"Открытая астрономия 2.5" содержит около 60 интерактивных моделей, демонстрирующих

астрономические явления и законы и как бы позволяющих активно вмешиваться в происходящее. В этом мультимедийном курсе мы найдем около 750 фотографий, рисунков, графиков, схем и карт, а также интерактивный планетарий. Курс имеет звуковое сопровождение в виде фоновой музыки и пояснительного текста. Учебник содержит справочные таблицы, хотя некоторые параметры даются в усеченном, "школьном" виде. Приводятся подробный разбор типовых задач, свыше 350 тестов и заданий для самостоятельного решения. Тематический указатель поможет быстро вывести на экран пояснения нужного термина. Курс содержит методические пособия для учителей вплоть до поурочного планирования и даже журнал успеваемости. С каждой страницы "Открытой астрономии 2.5" можно выйти на систему методической поддержки в "открытом колледже". А для учащихся создана специальная система дистанционного обучения с тестами и задачами. Учебник, выполненный по последнему слову компьютерного обучения, привлекает не только познавательностью, но и красочностью оформления, и, без сомнения, послужит хорошим импульсом для пробуждения интереса к астрономии.

В.А. ЮРЕВИЧ

“Космическая погода” и социальные явления

Б. М. ВЛАДИМИРСКИЙ,
доктор физико-математических наук
Крымская астрофизическая обсерватория

В отличие от проблем, связанных с обычной погодой, давно интересующих практически всех, “космическая погода” (Земля и Вселенная, 2000, № 3) привлекла внимание ученых сравнительно недавно. Исследование солнечно-земных связей привело к очень важным результатам, учет которых необходим как в повседневной жизни людей, так, например, и в работе космических аппаратов и самих космонавтов. К числу вопросов, до сих пор вызывающих острые дискуссии, относится вероятная связь между солнечной активностью и социальными процессами.

Одной из важнейших причин глубокой пропасти в системе культуры между науками о природе и гуманитарным знанием является недостаточность обмена идеями между естественными и гуманитарными

дисциплинами. Возможно, в будущем это положение изменится к лучшему, и, казалось бы, доисследовать по поводу медленности этого процесса едва ли стоит. Но в одном отношении сложившаяся ситуация не может не вызывать серьезной озабоченности. Это взаимодействие наук о природе с базовой гуманитарной дисциплиной – историей.

С точки зрения естествоиспытателя, мировой исторический процесс – органическое продолжение биологической эволюции, где имеют место некоторые универсальные закономерности. В чисто гуманитарной версии исторического процесса соображения, учитывающие экологические, климатические, медицинские и даже демографические данные, находятся, как правило, на периферии внимания исследователей.

Конечно, когда-нибудь возникнет синтетическая

модель исторического процесса, в которой естественнонаучные показатели займут, надо полагать, достойное место. Пока же очень важно сохранить в поле зрения исследователей некоторые находки и наблюдения, которые не “вписываются” в ныне принятую парадигму истории, но заслуживают серьезного обсуждения.

В новейшей, в основном западной, литературе “космической погодой” обычно называют динамические процессы, протекающие в межпланетной среде и ближайших космических окрестностях Земли (включая ее магнитосферу). Такие процессы полностью контролирует солнечная активность в пространстве всего этого круга явлений на “поверхности” Солнца. Простейший (и наиболее распространенный) индекс “космической погоды” – числа Вольфа.

Сейчас установлено, что изменения “космиче-

ской погоды" "чувствуются" в привычной нам среде обитания. Солнечная активность влияет, в частности, на атмосферную циркуляцию и тем самым на погоду – климат нашей планеты. Очень важно, что при "капризах космической погоды" (т.е. вариациях солнечной активности) некоторым изменениям (как правило, небольшим) подвергаются многие "неклассические" экологические параметры: электрическое поле атмосферы и геомагнитное поле, уровень фоновых электромагнитных полей (радиоволны очень большой длины), интенсивность неслышимых акустических колебаний (инфразвук), концентрации атмосферных аэроионов и радиоактивного радона. Согласно представлениям современной биофизики, вариации этих параметров непременно должны сказываться на жизнедеятельности всех организмов. В изменениях "космической погоды" различают две основные составляющие: циклическую (отсюда и наличие во многих природных явлениях космических ритмов) и спорадическую (когда соответствующие события распределены во времени по случайному закону). К последней категории принадлежит одно из наиболее масштабных проявлений солнечной активности – магнитная буря с внезапным началом. Сейчас хорошо известен один из биологических (или, может быть, даже медицинских) эффектов подобных событий – возрастание числа инфарктов ми-

окарда и инсультов. Увеличивается также риск дорожно-транспортных происшествий. Это означает, что возмущение электромагнитных полей среды обитания, сопутствующее магнитной буре, оказывает влияние и на нервную систему человека. Для Москвы и Санкт-Петербурга частота упомянутых случаев возрастает относительно невозмущенных условий на 7–17% (в менее крупных городах эффект может быть больше).

Связь "космической погоды" с различными биологическими показателями – явление универсальное – наблюдается во всей биосфере. Важно подчеркнуть, что эта связь обнаружена и для многих процессов, касающихся человеческой психики¹.

После начала первой мировой войны Д.О. Святский, В.И. Анучин, А.Л. Чижевский независимо друг от друга обратили внимание на удивительно точное совпадение эпох максимумов числа пятен на Солнце и революций в Европе XVIII–XX вв. Но А.Л. Чижевский единственный рассмотрел этот вопрос в специальном исследовании с применением статистического метода. В ноябре 2002 г. исполнилось 80 лет, как первая серьезная работа по клиометрике² – "Физические факторы исторического процесса" А.Л. Чижевско-

го – была доставлена в типографию. Какое-то время ушло на "доставание" бумаги и набор, поэтому брошюра вышла в свет лишь в 1924 г., в Калуге.

А.Л. Чижевский в своей работе применил следующую методику. Фиксировалась дата некоего события, в котором принимало участие достаточно большое число людей, за что событию присваивался определенный ранг ("массовое событие, имеющее более или менее крупное историческое значение" – слова Чижевского). Затем нужно было установить, образуют ли выделенные даты "сгущения" близ года максимума солнечной активности и "разряжения" около минимума. В качестве исходного статистического материала использованы данные "истории большинства государств и народов" – от древней Греции (500 г. до н.э.) до новейшей (до 1914 г.) истории Австралии. Оказалось, что "сгущения" и "разряжения" действительно имеют место. Цикл солнечной активности равен приблизительно 11 годам (что соответствует 9 циклам с 9 максимумами за столетие), поэтому во всемирном историческом процессе наблюдается регулярная цикличность, сопряженная с солнечной активностью. Приуроченность революций к эпохам максимумов представляется теперь частным случаем (хотя, возможно, и наиболее интересным).

А.Л. Чижевский истолковывал обнаруженную связь как воздействие какого-то

¹ Б.М. Владимирский, Н.А. Темурьянц. Влияние солнечной активности на биосферу–ноосферу.

² Численные методы анализа исторического процесса.



А.Л. Чижевский (1897–1964).

физического агента непосредственно на человеческую психику. В дальнейшем он пытался отыскать и другие признаки подобного влияния, привлекая данные психиатрии, статистику политической активности, террористической деятельности, забастовочной борьбы.

Понятно, что такая работа вызвала множество критических замечаний. Поскольку из текста можно было сделать заключение, что революции надлежит рассматривать как массовое помрачение рассудка, особо яростной была "нормативная" критика (она косвенно содействовала, вероятно, тому, что

автор брошюры попал в ГУЛАГ). О характере "аргументов" можно отчасти судить по записи беседы академиков П.П. Лазарева и О.Ю. Шмидта³. П.П. Лазарев считал солнечно-биосферные связи реальными. Он ходатайствовал перед О.Ю. Шмидтом – тогда главой государственного издательства – о публикации монографии А.Л. Чижевского (книга увидела свет спустя почти десятилетие после смерти автора, конечно без обсуждения "крамольных" вопросов).

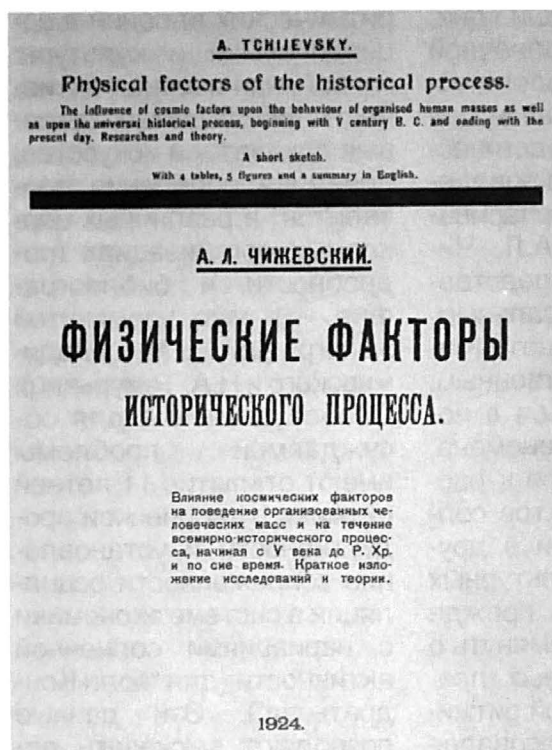
³ С.Э. Шноль. Герои и злодеи российской науки.

Что касается профессионалов-историков, то они, как и прежде, не считают работу А.Л. Чижевского "Физические факторы исторического процесса" достойной внимания: влияния изменений числа пятен на Солнце на ход исторического процесса, по их мнению, вообще "не должно быть", а статистические результаты А.Л. Чижевского – скорее всего, просто подгонка дат для оправдания произвольной ("абсурдной") идеи.

Сейчас очевидно, что в названной работе действительно имеются слабые места. Вот почему так важно отметить публикации, в которых статистиче-

ские результаты А.Л. Чижевского проверены современными методами. Уязвимым для критики в методике его работы был, в частности, субъективизм в присвоении ранга тем событиям, которые далее подвергались анализу на близость к эпохе максимума активности. Новосибирский биофизик А.А. Путилов преодолел эту трудность, предположив, что в подробные хронологические таблицы энциклопедических исторических изданий "автоматически" попадают только "значительные" события. Надо просто измерить частоту следования дат в таких хронологических таблицах в эпохи максимумов и минимумов чисел Вольфа. Даты эпох максимумов-минимумов точно известны с начала XVII в. Получилось, что частота дат, относящихся к 1698–1963 гг. (18 тыс. событий), действительно повышается в год максимума плюс один год. Соответственно в год минимума числа солнечных пятен плюс один год "интенсивность общественной жизни", измеряемой таким способом, достоверно снижается.

Недавно основной вывод А.Л. Чижевского был проверен германским психологом З. Эртелем. Прежде всего он дал точное определение события — "нарушение социальной стабильности снизу" — и создал специальный словарь (признаков), позволяющий идентифицировать такое событие с его описанием в исторических источниках (на английском и не-



Обложка брошюры А.Л. Чижевского "Физические факторы исторического процесса".

мецком языках). Затем составил каталог "нарушений" с использованием авторитетных исторических источников. Каталог за 1700–1985 гг. включал в себя 2101 событие. Общее число источников с описанием (или упоминанием) данного события рассматривалось как мера его значимости (самый высокий ранг — 15 из 18 — получила Гражданская война 1861–65 гг. в США); ссылки на источники суммировались за год независимо от числа самих событий в этот год. Заключительный этап анализа — измерение расстояния последних величин от эпох максимумов (минимумов) чисел Вольфа — проводился с учетом известного различия в продолжительности 11-летних циклов солнечной активности. Результат получился такой же, как и у А.Л. Чижевского: революции, как

правило, случались близ года максимума солнечной активности. Оценка вероятности случайного получения такого результата определялась путем непосредственных вычислений с использованием "перемешивания" дат (данный прием обычно применяется в современной исследовательской технологии). Эта вероятность оказалась менее 0.1%.

Подробности работы З. Эртеля здесь приведены для того, чтобы читатель мог сам судить о степени аккуратности и тщательности его анализа. В общем, теперь приуроченность революций к эпохам максимумов солнечной активности можно считать установленным фактом. К наличию 11-летней периодичности в исторических процессах надлежит относиться с полной серьезностью.

Конечно, в наши дни, когда влияние солнечной активности на биологические системы доказано, а присутствие биологических детерминант в поведении человека не оспаривается, результат А.Л. Чижевского уже не представляется парадоксальным. Но многое еще остается загадочным и таинственным. Чтобы продвинуться в понимании этого феномена, полезно обратиться к рассмотрению эффектов солнечной активности в других социально-культурных явлениях. Здесь, прежде всего, уместно упомянуть о ритмике социальных процессов. Социальной ритмикой очень интересовался П.А. Сорокин, крупнейший социолог прошлого века. В своих исследованиях динамики социальной возмущенности он обнаружил некоторые космические периоды: в среднем почти за 1000 лет для России – около 5.9 года, что близко к половине 11-летнего цикла; для Византии – 17.5 года (этот период хорошо известен в космофизике). Обнаруженные им ритмы П.А. Сорокин не считал связанными с ритмами космическими. Между прочим, он был выслан из России до выхода в свет “Физических факторов исторического процесса” и, скорее всего, не знал о результатах Чижевского, которому, в свою очередь, не были доступны публикации П.А. Сорокина, поступавшие в тогдашний “спецхран”. В последующие десятилетия было установлено, с той или иной степенью убедительности, много

ритмических явлений в социодинамике и культуре: глобальная военная активность, обобщенные стилевые показатели искусства, динамика появления прозелитов⁴ в различных церковных организациях (подробности и библиография – в уже упомянутой монографии Б.М. Владимирского и Н.А. Темурьянц). Особое значение для обсуждаемой проблемы имеют открытие 11-летней ритмики в творческой продуктивности и установление сопряженности осцилляции в системе экономики с вариациями солнечной активности (для “волн Кондратьева”). Эти данные позволяют высказать догадку о природе периодического сигнала, “запускающего” революционное потрясение.

В стандартной модели революционного кризиса, предложенной в свое время П.А. Сорокиным, все начинается с подавления данным режимом “базовых инстинктов большинства населения” (сейчас бы сказали: “подавление важнейших врожденных программ поведения у значительной части популяции”). События развиваются далее при условии кризиса власти – отсутствия умных, образованных, волевых людей на вершине общественной пирамиды (что обусловлено вырождением правящей элиты и ее аномальной замкнутостью). В этом сценарии экономическая ритмика (коль скоро она сопряжена с ко-

⁴ Люди, стремящиеся обратить других в свою веру.

смической ритмикой) может внести определенный вклад в накопление “потенциальной энергии взрыва”. Большое значение имеет также изменение коллективного поведения. Всегда считалось, что это происходит под влиянием внутренних социально-психологических причин. Но теперь ясно – существуют и внешние. Из анализа упомянутой выше корреляционной связи “солнечная активность – творческая продуктивность” – для индивидуальной активности в науке, изобретательстве, искусстве – следует, что в человеческой психике существует 11-летний биологический ритм переходов “депрессивное состояние – маниакальное состояние”. Вообще создание шедевров в любом виде духовной деятельности возможно только в маниакальном состоянии. Но переходы в маниакальное состояние приходится на максимумы солнечной активности. Данные клинической психиатрии и статистики преступности согласуются с этим выводом. Итак, в эпохи максимумов солнечной активности в популяции возрастает число людей, находящихся в маниакальном состоянии. Скорее всего, это и есть стимул космического происхождения, индуцирующий нарушение социальной стабильности, ибо появление в обществе дополнительного числа людей указанного типа имеет множество далеко идущих последствий. Возрастает восприимчивость к лозунгам и са-

мым примитивным идеологическим клише. Увеличивается число партийных фанатиков, готовых на любые жертвы ради выполнения по-своему понимаемого долга. Нарушаются традиционные процедуры установления иерархических структур: возрастают шансы выдвижения на политическую арену личностей с патологическими чертами характера, в том числе авантюристов, параноидально уверенных в своей правоте, умеющих "зажечь" толпу, предельно тщеславных, безнравственных и жестоких.

Сейчас можно уверенно назвать и физическую природу агента, модифицирующего поведение людей. Из перечисленных выше экологических переменных, зависящих от перепадов "космической погоды", важнейшую роль играют возмущения фоновых электромагнитных полей очень низкой частоты (радиоволны большой длины; частота 8 Гц соответствует длине волны, равной окружности Земли по экватору). Именно всплески интенсивности таких полей, сопутствующие магнитным

бурям, вызывают упомянутое возрастание числа сердечно-сосудистых заболеваний в глобальном масштабе. В геофизике эти поля и их возмущения известны давно, но только в последние десятилетия их фундаментальная роль в биологии и экологии стала проявляться. Все основные параметры этих полей тесно связаны с вариациями "космической погоды" и хорошо коррелируют с классическими космофизическими индексами, включая числа Вольфа.

В общем, идеи А.Л. Чижевского сейчас подтверждаются, хотя его статистические результаты, как и теоретическая схема "солнечная активность—космическая погода", сами по себе не "делают" революций. Сигнал космического происхождения лишь способствует снятию накопленного социального напряжения — аналогично тому, как в физических системах слабый внешний электромагнитный импульс высвобождает энергию, запасенную в метастабильном состоянии. На самом деле, конечно, солнечные пятна не влияют непо-

средственно на стабильность социума — они являются "маркером" крупномасштабных электромагнитных возмущений в среде обитания, действующих на психику человека на уровне популяции.

Исследования экологической роли сверхнизкочастотных электромагнитных полей, по существу, только начинаются. Изложенное выше должно рассматриваться как не более чем наводящие соображения. В затронутой области исследования и другие данные представляют интерес для историков. Например, имеются серьезные указания на корреляцию между изменениями магнитного поля Земли и процессами акселерации или ретардации (задержка развития). Они получены путем анализа вариаций краниологических (т.е. относящихся к строению черепа) признаков в шкале времени с масштабом сотни лет—тысячелетия. Если между изменениями физического облика человека и его психики возможна связь, то не скажутся ли эти явления на ходе исторических процессов?

Информация

Австралия — чемпион по запасам урана

Австралия занимает второе место в мире по добыче урана (после Канады), причем стоимость ее невелика: извлечение

1 кг руды обходится в 40 долларов США. Общие же запасы урана на материке — около 654 тыс. т, т.е. больше, чем у любого другого государства мира.

Основная часть залежей австралийского урана сосредоточена в шести главных месторождениях: на континенте находится 27% известных запасов всего мира.

В ноябре 2000 г. новая уранодобывающая шахта Беверли, в южной части страны, на-

чала работать. Доля Австралии в мировой добыче урана теперь возросла — с 1% (365 т) в 1977 г. до 22% (7579 т) в 2000 г.

Весь добываемый уран Австралия экспортирует в страны Северной Америки, Ближнего Востока и Европы для использования в качестве топлива на атомных электростанциях.

Ausgeo News, 2002, 64, 30

Галактический “сверхразум” и программа SETI

А.Д. ПАНОВ,

кандидат физико-математических наук

Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ

Разумные цивилизации, находящиеся на технологической фазе развития, могут оказаться настолько редким явлением в Галактике, что космическая связь между цивилизациями будет преимущественно одно-

сторонней. Цивилизации посылают в космос сообщения, не надеясь получить ответ, и имеют возможность принять сигналы лишь от давно исчезнувших цивилизаций. Такая, на первый взгляд, не слишком оптимистичес-

кая картина, представляется вполне вероятной. Однако даже односторонней космической связи между цивилизациями может оказаться достаточно для возникновения качественно нового и более высокого (по сравнению с разумом) уровня организации материи – Галактического информационного поля. В этом контексте программа SETI приобретает особенное значение, так как обеспечивает участие земной цивилизации в глобальном процессе самосовершенствования Вселенной и придает ее существованию космологический смысл.

Жизнь и разум известны только на Земле. Од-



“Мысль”. Художник М.К. Чюрленис. 1904–05 гг.

нако Солнце, видимо, ничем особенным не отличается от миллиардов других звезд Метагалактики, поэтому разумно предположить, что планеты земного типа – достаточно распространенное явление, а жизнь, как и разум, являются обычными формами структурной организации материи во Вселенной. Если это так, то открывается впечатляющая картина развития Вселенной: от состояния вакуума через ряд качественно различных ступеней ко все более высокому уровню организации материи, кончая разумом. Фазы, через которые проходит Вселенная в этом развитии, с современной точки зрения выглядят примерно так:

- сразу после Большого взрыва материя во Вселенной существует при огромной температуре в виде первичной плазмы, состоящей из свободных кварков, глюонов и других частиц, которые сейчас считаются элементарными (устойчивые структуры отсутствуют, полный хаос);

- при понижении температуры происходит первый структурный переход: кварки связываются глюонами и составные частицы – протоны, нейтроны и другие адроны – первые устойчивые структурные образования;

- при дальнейшем понижении температуры происходит первичный нуклеосинтез: протоны и нейтроны, связываясь, образуют ядра гелия, дейтерия и некоторых других легких элементов;

- первичные ядра связываются с электронами, рождая нейтральные атомы первичного газа (водород и гелий);

- в результате гравитационной неустойчивости первичного газа возникают протогалактики;

- гравитационная неустойчивость внутри протогалактик приводит к возникновению первичных звезд;

- в ходе эволюции первичных звезд нарабатываются тяжелые химические элементы – углерод, кислород и т.д.;

- благодаря наличию тяжелых элементов возникают звездные системы, имеющие планеты земного типа;

- на планетах земного типа начинается химическая эволюция;

- в ходе химической эволюции возникает жизнь;

- жизнь порождает разум.

В предположении об универсальности жизни и разума устойчивое повышение максимального уровня организации материи во Вселенной является экспериментальным фактом. Следует отметить, что в разных случаях механизмы перехода к новой структурной ступени были совершенно разными, поэтому наблюдаемая картина самоорганизации поражает воображение. Каждый раз, когда Вселенная достигала очередного структурного уровня, “чудесным” образом находилась механизм, позволяющий перейти к уровню с еще более сложной организацией. Простая экстраполяция

этой закономерности наводит на мысль о том, что за разумом может последовать некоторая структура, в чем-то качественно отличная от него, подобно тому, как разум отличается от неразумной жизни или жизнь отличается от неживой материи. Однако законна ли такая экстраполяция? Нет никаких логических оснований утверждать, что это так. Однако противоположное утверждение, согласно которому всякий разум является высшей возможной формой организации материи, по сути является одной из форм антропоцентризма, который во многих случаях показал свою ограниченность. Поэтому интересно взглянуть на феномен разума как на возможное промежуточное, но не завершающее звено в процессе самоорганизации Вселенной.

Прежде всего следует отметить, что в понятие разума необходимо включить и социальный аспект. Полностью оторванный от социума индивид не ведет себя как разумное существо, что хорошо известно на примере многочисленных “маугли”. Вот почему единичным проявлением разума будем считать разумную цивилизацию. Понятия “разумная цивилизация” и “разум” ниже будут использоваться как синонимы.

Обозначим гипотетическую ступень структурной организации материи, следующую за разумом, через Z_0 , подразумевая, что за Z_0 может последовать Z_1 , Z_2 и так далее. Термин

“сверхразум” для обозначения Z_0 кажется столь же неподходящим, как “сверхжизнь” – для обозначения разума, тем более что требуются свои термины и для Z_1 , Z_2 Необходимо выработать критерии, по которым можно было бы судить, что Z_0 действительно является качественно новым состоянием материи по сравнению с разумом, и которые указывали бы, какими общими свойствами должна обладать Z_0 . В поиске таких критериев имеет смысл исходить из следующего принципа: искомые критерии должны быть основаны на обобщении и экстраполяции только тех закономерностей, которые можно вывести из взаимосвязи уже известных уровней организации материи. Это требование является выражением известного принципа “бритвы Оккама” – не умножать сущности сверх необходимого – и существенно ограничивает произвол в трактовке Z_0 .

Существует много интересных наблюдений, касающихся того, чем отличается разумная жизнь от жизни вообще. Выделим лишь: ни одно животное не способно адекватно отразить в своем сознании суть некоторых действий человека, таких как, например, доказательство математической теоремы или получение процента по вкладу в банке. Экстраполируя, в качестве первого критерия Z_0 потребуем выполнения следующего условия: **ни одна единичная цивилизация принципиально не может по-**

нять некоторые процессы, происходящие в Z_0 . На это условие будем ссылаться как на **непредставимость**.

Из приведенной выше “лестницы” самоорганизации материи видно, что каждая последующая структурная ступень строится на основе предыдущей и в дальнейшем опирается на нее. Поэтому второй критерий такой: **Z_0 возникает в результате развития разума и нуждается в разуме для своего существования.** Это условие мы будем называть **преемственностью**.

Как можно видеть из той же “лестницы” эволюции, каждая ее ступень устроена таким образом, что представляет возможность перехода к следующей. Третьим критерием является условие **открытости: Z_0 обеспечивает принципиальную возможность перехода к следующим структурным ступеням развития материи.**

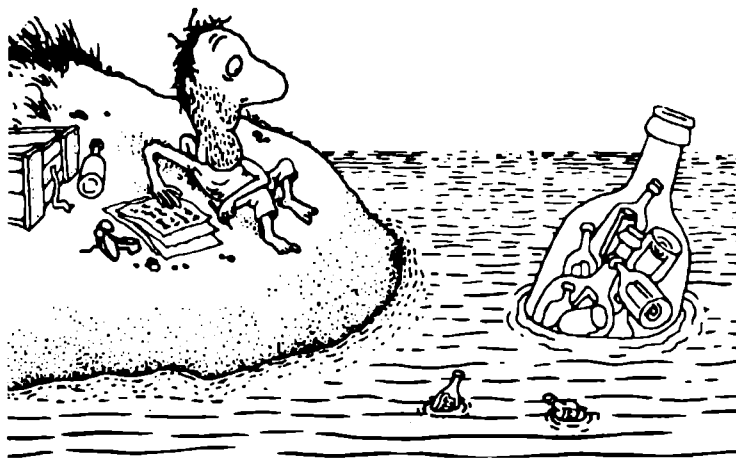
Интересно, что с помощью критериев непредставимости, преемственности и открытости легко можно получить некоторые результаты негативного свойства. Например, автономно существующая цивилизация роботов не подходит на роль Z_0 , т.к. не удовлетворяет критерию преемственности. Можно привести и другие, менее тривиальные примеры¹.

В поиске сценария, удовлетворяющего всем трем критериям, следует

принять во внимание **астросоциологический парадокс**. Он состоит в следующем. Если типичная продолжительность технологической фазы развития разумных цивилизаций велика (10^6 лет и более), то разумная жизнь на чрезвычайно высокой ступени развития должна быть очень широко распространена в Галактике и не может оставаться незамеченной. Между тем пока не удалось обнаружить никаких достоверных проявлений внеземной разумной жизни. Почему? Простым разрешением астросоциологического парадокса является предположение, что типичная продолжительность технологической фазы развития цивилизаций в действительности мала в космологической шкале времени: $\sim 10^4$ лет или меньше. В этом случае расстояния между цивилизациями оказываются большими ($\sim 10^4$ св. лет), двусторонние связи между цивилизациями маловероятны, межзвездные перелеты также вряд ли могут играть заметную роль в жизни цивилизаций, а для обнаружения разумной жизни должны быть затрачены огромные усилия. Однако односторонние контакты между цивилизациями не исключены, и именно такой способ коммуникации является основным. По-видимому, это не единственная возможность разрешения астросоциологического парадокса. Однако мы ограничимся рамками только такого “минимального” сценария и постара-

¹ А.Д. Панов. Вестник SETI. 2002, № 2 (19), с. 53.

Типичная цивилизация, приняв информацию от другой, обрабатывает ее и ретранслирует в каждом собственном послании... Когда в галактике накопится очень много информации, обработать все содержание межзвездного послания будет невозможно. Рисунок И. Л. Максимова.



емя показать, что даже в этом случае имеются определенные основания для оптимизма. Полученные выводы с небольшими изменениями можно будет применить и к другим (в том числе и к более оптимистическим) сценариям.

Предположим, что технологические цивилизации некоторой большой галактики (вроде нашей или галактики в Андромеде) склонны передавать информацию о себе в космос. Предположим, вероятность того, что хотя бы одно послание типичной цивилизации будет когда-нибудь принято и дешифровано хотя бы одной другой цивилизацией, близка к единице. Расчеты показывают, что такая возможность не противоречит принятому минимальному сценарию. Далее предположим, что типичная цивилизация, приняв информацию от другой, обрабатывает ее и ретранслирует в каждом собственном послании наряду с информацией о себе самой. Разумно также предположить, что межзвездные послания содержат, как правило, всю существенную информацию о пославших их цивилиза-

циях². Тогда, по крайней мере, часть культурного наследия, созданного цивилизацией, не пропадет после исчезновения этой цивилизации, но будет неопределенно долго циркулировать в объеме данной галактики, передаваясь от одной цивилизации к другой. Со временем количество накопленной и перерабатываемой в галактике информации будет неуклонно расти. Вряд ли такой процесс накопления может быть пассивным. Возникнет чрезвычайно сложная нелинейная система с обратными связями, в которой должны начаться процессы самоорганизации; система начнет эво-

люционировать как целое. В галактике будут протекать коллективные информационные процессы. Можно представить себе и некоторые из возможных механизмов такой коллективной эволюции. Когда в галактике накопится очень много информации, межзвездные послания окажутся переполненными в том смысле, что обработать все их содержание будет невозможно. Действительно, представим себе, что в принятом на Земле сигнале из космоса обнаруживается поток информации объемом в несколько сотен крупнейших современных библиотек, содержащий сведения о нескольких сотнях цивилизаций. С технической точки зрения нет ничего невозможного в передаче и приеме такого объема информации, но вот реально осмыслить его трудно. Для активной обработки и освоения ее цивилизации вынуждены будут отбирать только самое ценное, причем критерии ценности могут оказаться совершенно различными у разных цивили-

² Уже отправленные в космос послания Земли пока не обладают этим свойством. Однако, как представляется автору, земную цивилизацию пока нельзя считать зрелой технологической, т.к. она располагает весьма ограниченными энергетическими ресурсами. Поэтому современные космические послания дороги и находятся, по сути, лишь на стадии разработки методики. Уже в ближайшее столетие, видимо, будет создана промышленная термоядерная энергетика, после чего ситуация может сильно измениться.

лизаций. Так может возникнуть своеобразный естественный отбор информации. Облик самих цивилизаций должен существенно меняться под воздействием все возрастающего информационного потока. Цивилизации отдаленного будущего могут отличаться от цивилизаций поры становления информационной галактической среды так же сильно, как клетки многоклеточного организма отличаются от автономных одноклеточных существ. Поэтому со временем будет меняться и сам характер переработки информации.

Таким образом, возникает глобальное галактическое информационное поле, продолжительность жизни которого многократно превышает время жизни носителей этого поля – отдельных разумных цивилизаций, развивающихся по собственным законам. Проверим выполнение критериев Z_0 для такой системы. Начнем с критерия непредставимости.

Для того чтобы судить о коллективных процессах, протекающих в галактическом информационном поле, цивилизация должна иметь информацию о состоянии этого поля во всем объеме галактики, т.к. галактика может быть информационно неоднородна. Можно провести такую аналогию: по состоянию нескольких соседних нейронов невозможно определить, какой работой занят мозг в целом. Однако, в силу конечности скорости света и большого размера галактики ($\sim 10^5$ св. лет),

цивилизация принципиально не может получить сведения о состоянии поля во всем ее объеме, относящиеся к текущему моменту времени. Данные, на основании которых можно было бы делать выводы о содержании текущих коллективных информационных процессов в галактическом поле, оказываются недоступными для любой единичной цивилизации, т.е. для разума вообще в силу ограничений, накладываемых фундаментальными законами физики. Критерий непредставимости выполняется в том смысле, что ни одна цивилизация в принципе не может понятным для нее образом взаимодействовать с коллективными процессами в галактическом информационном поле, т.к. текущее состояние поля ей неизвестно. Следует отметить, что цивилизация теоретически может получить полную информацию о состоянии поля, относящуюся к отдаленному прошлому, и понять суть происходящих тогда процессов. Таким образом, критерий непредставимости выполняется в несколько ослабленной форме. Ниже будет видно, что возможна ситуация, когда критерий непредставимости выполняется буквально.

Выполнение критерия преемственности очевидно, т.к. разумные цивилизации являются носителями галактического информационного поля. Если галактическое информационное поле однажды возникнет, то, скорее всего, будет существовать прак-

тически вечно – по крайней мере до тех пор, пока не завершится процесс звездообразования и не погаснут последние звезды. Так как шкала времени галактического поля очень велика, рано или поздно информационные поля ближайших галактик могут быть объединены и тогда возникнет информационная сеть, покрывающая всю Вселенную. Первоначально такая сеть должна состоять из отдельных областей. Однако в очень отдаленном будущем любые две ее точки окажутся причинно связаны, поэтому она должна рассматриваться как единое целое. Очень трудно представить себе, какими будут коллективные информационные процессы в такой, практически бесконечной, суперсети, но нетрудно понять, что она будет обладать чертами Z_1 , качественно превосходя в организации как любую отдельную цивилизацию, так и информационное поле отдельной галактики. Для такого космологического информационного поля критерий непредставимости выполняется точно, т.к. полную информацию о состоянии поля получить принципиально невозможно в силу его бесконечных размеров. Возникновение информационных полей в галактиках создает предпосылки для перехода к следующей, еще более высокой ступени структурной организации материи, так что критерий открытости для информационного поля галактики удовлетворяется. Таким образом,

информационное поле галактики обладает всеми необходимыми свойствами Z_0 .

Специально отметим, что для вывода о возможности возникновения "сверхразума" Z_0 оказалось достаточно лишь естественных предположений об осуществимости хотя бы односторонней межзвездной связи и о наличии некоторой доли альтруизма в поведении цивилизаций. Возможно, информационное поле уже сложилось в нашей Галактике. Это не противоречит тому, что проявления внеземной разумной жизни до сих пор не обнаружены. Если продолжительность технологической фазы развития цивилизаций мала, как мы допустили, то для "подключения" к Галактической информационной сети могут потребоваться очень высокий технологический потенциал и огромные затраты труда на поиски сигналов из космоса.

Затронем вопрос о возможном характере взаимодействия цивилизаций с галактическим информационным полем. Ввиду громадного количества информации, содержащейся в поле (а также просто из-за конечности скорости света), каждая цивилизация за свою жизнь сможет собрать и усвоить лишь небольшую ее долю. Однако с использованием этих знаний и своего собственного уникального опыта

она будет способна обогатить поле новыми интеллектуальными ценностями. Так, математик, доказывающий новую теорему, не обязан быть также и музыковедом. Поле порождается цивилизациями, находящимися на разных стадиях технологического и культурного прогресса, поэтому в любой момент времени оно будет содержать информацию разной степени доступности и сложности. Это не должно создавать проблем для цивилизаций, только подключающихся к галактическому информационному процессу и находящихся на относительно низком уровне развития. Такие цивилизации могут активно работать только с той информацией, которая им понятна, доступна и кажется полезной. Это напоминает то, как ребенок входит в мир взрослых без "культурного шока".

Представление, согласно которому разум является предпосылкой перехода к более высоким ступеням структурной организации материи, имеет отношение к следующему вопросу. Если продолжительность жизни любой разумной цивилизации конечна и ограничена весьма коротким в космологической шкале отрезком времени, то в чем смысл ее существования? Постановка вопроса весьма напоминает сакраментальный вопрос о смысле жизни.

В рамках развитых выше представлений этот вопрос получает определенное "функциональное" решение: разум имеет смысл как предпосылка и потенциальный носитель более высокой формы структурной организации материи, т.е. как необходимое звено на пути самосовершенствования Вселенной. В рамках рассмотренного сценария возникновения Z_0 следует также космологический императив: всякая цивилизация должна посылать информацию о себе в космос и пытаться зарегистрировать сигналы от других цивилизаций; приняв такой сигнал, она должна обработать его и ретранслировать. Космологический императив показывает, что реализуемая в настоящее время программа SETI (Земля и Вселенная, 2000, № № 5, 6; 2002, № 4) может иметь значение, выходящее далеко за пределы научного любопытства и даже за пределы любых практических интересов земной цивилизации. Контакт между цивилизациями может быть тем механизмом, который позволит Вселенной в очередной раз с помощью разума создать еще более высокий уровень структурной организации материи. В этом смысле реализация программы SETI придает существованию земной цивилизации глобальный космологический смысл.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: июль—август 2003 г.

Июль 2003

1	
2	Луна в 4° севернее Юпитера (20.5 ч)
3	
4	Земля в афелии, расстояние 152 1 млн км (05.7 ч)
5	Меркурий в верхнем соединении (10.3 ч)
6	Покрытие звезды у Девы Луной (19 ч)
7	Луна в первой четверти (02.5 ч)
8	
9	
10	Луна в нисходящем узле (04.3 ч) Луна в перигее, диаметр 32' 44" (22.0 ч)
11	
12	
13	Полнолуние (19.4 ч)
14	
15	Луна в 5° южнее Нептуна (05.4 ч)
16	Луна в 5° южнее Урана (16.3 ч)
17	Луна в 0.3° севернее Марса (08.2 ч)
18	
19	
20	
21	Луна в последней четверти (07.0 ч)
22	Луна в апогее, диаметр 29' 33" (19.6 ч)
23	Луна в восходящем узле (18.7 ч)
24	
25	
26	
27	Луна в 4° севернее Сатурна (00.1 ч) Максимум метеорного потока Южных δ-Аквирид (06 ч)
28	
29	Новолуние (06.9 ч)
30	Начало попятного движения Марса (21.8 ч)
31	

Август 2003

1	
2	
3	
4	Нептун в противостоянии (13.9 ч)
5	Луна в первой четверти (07.5 ч) Луна в нисходящем узле (06.8 ч)
6	Луна в перигее, диаметр 32' 21" (14.1 ч)
7	
8	
9	
10	
11	Луна в 5° южнее Нептуна (13.2 ч) Полнолуние (04.8 ч)
12	Луна в 5° южнее Урана (23.7 ч) Максимум метеорного потока Персеид (05 ч)
13	Луна в 2° севернее Марса (17.3 ч)
14	Меркурий в наибольшей элонгации 27°E (20.8 ч)
15	
16	
17	
18	Венера в верхнем соединении (18.1 ч) Луна в апогее, диаметр 29' 34" (14.4 ч)
19	Луна в восходящем узле (21.1 ч)
20	Луна в последней четверти (00.8 ч)
21	
22	Юпитер в соединении (10.1 ч)
23	Луна в 4° севернее Сатурна (14.2 ч)
24	Уран в противостоянии (10.0 ч)
25	
26	
27	Марс на наименьшем расстоянии, 0.373 а.е. Новолуние (17.4 ч)
28	Начало попятного движения Меркурия (00.4 ч) Марс в великом противостоянии (18.0 ч)
29	
30	
31	Луна в перигее, диаметр 32' 29" (16.6 ч)

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
	ч	мин	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Июль 1	06	38.2	+23	09	04 17	19 51	03 25	20 42	01 16	22 52
11	07	19.3	+22	11	04 24	19 47	03 35	20 35	01 45	22 25
21	07	59.7	+20	36	04 33	19 39	03 49	20 22	02 18	21 52
31	08	39.2	+18	25	04 44	19 29	04 06	20 05	02 52	21 17
Август 10	09	17.7	+15	45	04 55	19 15	04 24	19 45	03 27	20 41
20	09	55.2	+12	39	05 07	18 59	04 43	19 23	04 00	20 04
30	10	32.0	+09	14	05 19	18 42	05 01	18 59	04 31	19 27

Таблица II

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	f	Видимость			Период
	ч	мин	°	'				45°	55°	65°	
Меркурий											
Июль 1	06	14.8	+24	09	-1.7	5.2	0.97	-	-	-	
11	07	48.6	+22	53	-1.5	5.1	0.97	-	-	-	
21	09	08.8	+18	06	-0.6	5.4	0.84	-	-	-	
31	10	11.5	+11	47	0.0	6.0	0.70	-	-	-	
Август 10	10	59.1	+05	26	0.3	6.9	0.57	-	-	-	
20	11	30.8	+00	09	0.6	8.1	0.42	-	-	-	
30	11	39.4	-02	22	1.4	9.7	0.21	-	-	-	
Венера											
Июль 1	05	40.1	+23	06	-3.8	10.0	0.97	0.6	-	-	Утро
11	06	33.4	+23	22	-3.8	9.8	0.98	0.3	-	-	Утро
21	07	26.6	+22	29	-3.8	9.7	0.99	-	-	-	
31	08	18.9	+20	31	-3.8	9.7	1.00	-	-	-	
Август 10	09	09.5	+17	34	-3.9	9.6	1.00	-	-	-	
20	09	58.4	+13	47	-3.9	9.6	1.00	-	-	-	
30	10	45.7	+09	23	-3.9	9.7	1.00	-	-	-	

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	f	Видимость			Период
	ч	мин	°	'				45°	55°	65°	
Марс											
Июль 1	22	34.7	−13	36	−1.5	16.7	0.90	5.4	4.0	–	Утро
11	22	46.1	−13	08	−1.8	18.4	0.92	6.0	4.8	–	Ночь
21	22	53.5	−13	03	−2.0	20.3	0.94	6.8	5.6	2.4	Ночь
31	22	56.0	−13	24	−2.3	22.2	0.96	7.6	6.5	4.0	Ночь
Август 10	22	53.4	−14	07	−2.6	23.8	0.98	8.4	7.4	5.3	Ночь
20	22	46.2	−15	03	−2.8	24.9	0.99	9.1	8.2	6.3	Ночь
30	22	36.1	−15	55	−2.9	25.1	1.00	9.6	8.6	6.8	Ночь
Юпитер											
Июль 1	09	22.6	+16	13	−1.8	32.2	1.00	1.9	1.1	–	Вечер
11	09	30.3	+15	36	−1.8	31.8	1.00	1.3	–	–	Вечер
21	09	38.3	+14	57	−1.8	31.4	1.00	0.6	–	–	Вечер
31	09	46.6	+14	16	−1.7	31.1	1.00	–	–	–	
Август 10	09	55.0	+13	33	−1.7	30.9	1.00	–	–	–	
20	10	03.4	+12	48	−1.7	30.8	1.00	–	–	–	
30	10	11.7	+12	03	−1.7	30.9	1.00	–	–	–	
Сатурн											
Июль 1	06	15.1	+22	36	0.0	16.5	1.00	–	–	–	
11	06	20.7	+22	34	0.1	16.5	1.00	–	–	–	
21	06	26.1	+22	32	0.1	16.6	1.00	0.9	–	–	Утро
31	06	31.4	+22	29	0.1	16.7	1.00	1.9	1.7	–	Утро
Август 10	06	36.4	+22	25	0.2	16.9	1.00	2.8	2.8	1.9	Утро
20	06	41.0	+22	21	0.2	17.1	1.00	3.6	3.9	4.0	Утро
30	06	45.1	+22	17	0.2	17.3	1.00	4.5	4.8	5.6	Утро

Пример. Определить время захода Солнца 6 июля 2003 г. в Екатеринбурге (широта $56^{\circ}51'$, долгота $4^{\circ}02'$).

По таблице "Эфемериды Солнца" интерполируем среднее время захода Солнца 6 июля на широтах 55° ($20^{\text{ч}}39^{\text{м}}$) и 65° ($22^{\text{ч}}39^{\text{м}}$): $21^{\text{ч}}01^{\text{м}}$. Для определения декретного времени из данного значения нужно вычесть долготу места и прибавить номер часового пояса с учетом летнего времени ($n = 6$). В итоге получаем $22^{\text{ч}}59^{\text{м}}$.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Венера видна только в самом начале июля перед восходом Солнца на юге России.

Марс в июле виден во второй половине ночи, а в августе третье по яркости после Солнца и Луны светило прекрасно видно всю ночь в созвездии Водолея. В конце августа Марс вступает в великое противостояние с Солнцем, подходя к Земле на самое близкое расстояние за несколько веков!

Юпитер виден только в начале июля в северо-западной части неба на фоне вечерней зари.

Сатурн появляется на утреннем небе в конце июля, а в августе уже очень хорошо виден во второй половине ночи в восточной части неба в созвездии Близнецов.

ВЕЛИКОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ МАРСА

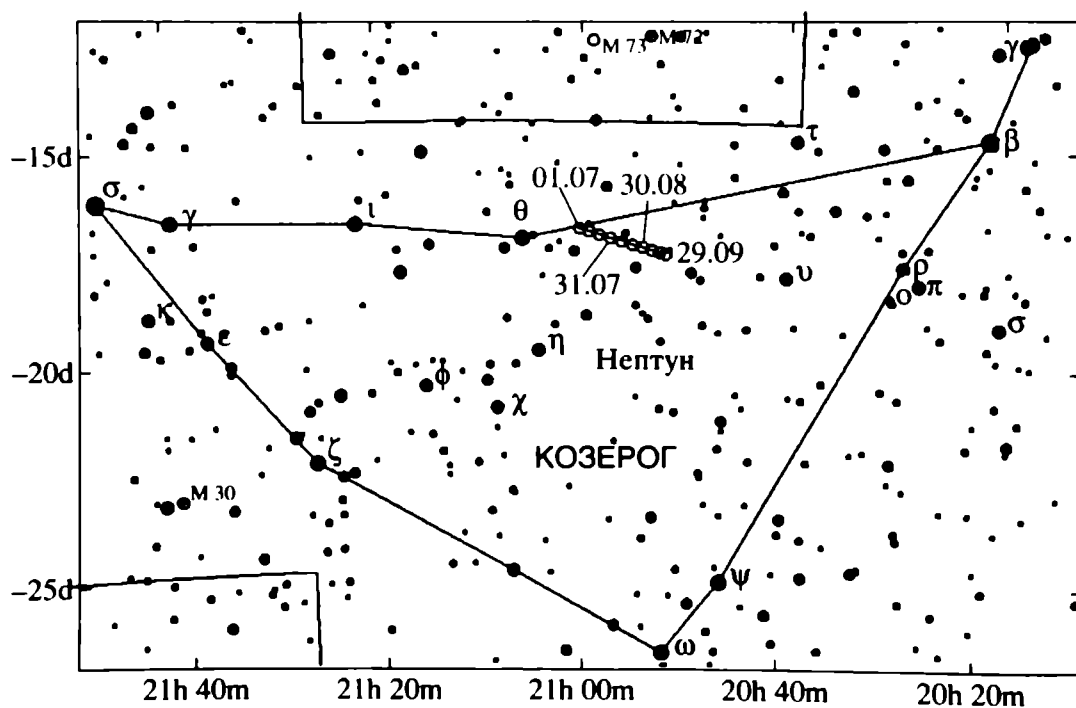
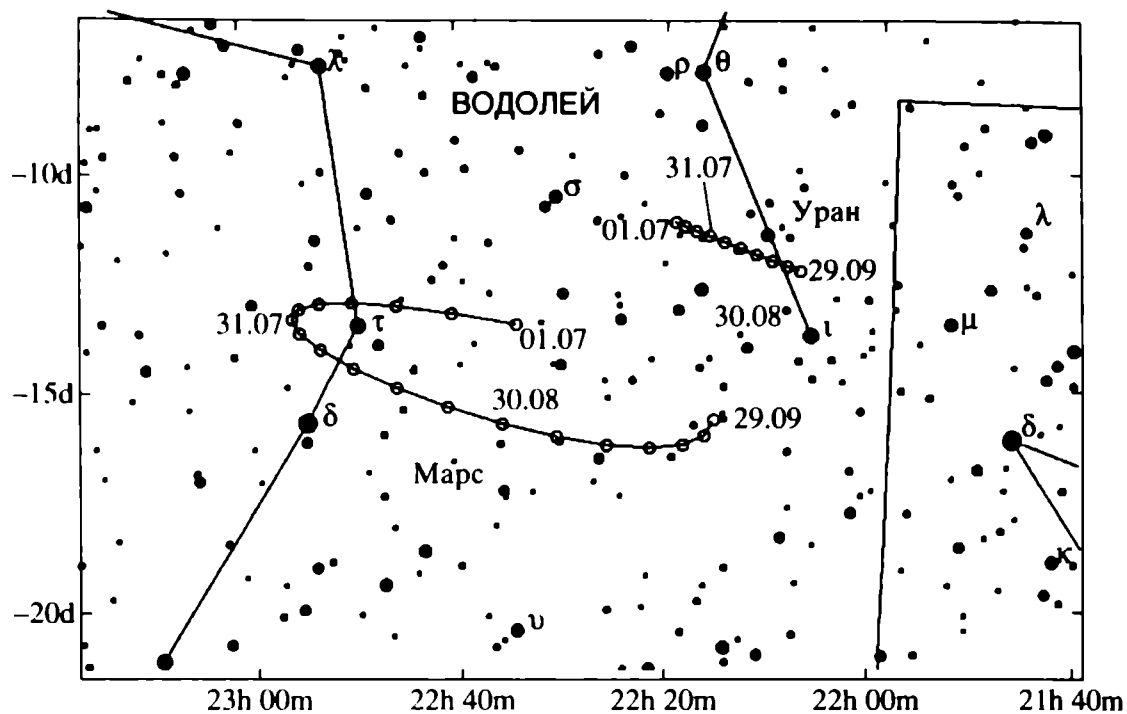
28 августа 2003 г. состоится великое противостояние Марса. Противостояния Марса происходят с периодичностью (в среднем) 780 сут. Великое противостояние Марса, во время которого он подходит к Земле ближе 0.4 а.е., случается намного реже, обычно каждые 15 или 17 лет. Предстоящее противостояние – особенное: накануне, 27 августа, расстояние между Землей и Марсом станет минимальным за весь XXI в. и за более отдаленный период времени!

В августе и сентябре Марс будет виден в течение практически всей ночи в созвездии Водолея как звезда почти -3^m ! Учитывая, что Венера в эти месяцы не видна, Марс станет ярчайшим звездообразным светилом всего ночного неба! В телескоп Марс будет выглядеть диском, размер которого превысит в конце августа $25''$, и на нем можно будет разглядеть многие детали поверхности планеты.

Таблица III

ВЕЛИКИЕ ПРОТИВОСТОЯНИЯ МАРСА XXI в.

Дата	Наименьшее расстояние, а.е.	d, "	m
28 августа 2003 г.	0.373	25.1	-2.9
27 июля 2018 г.	0.385	24.3	-2.8
15 сентября 2035 г.	0.380	24.6	-2.8
14 августа 2050 г.	0.374	25.0	-2.9
13 июля 2065 г.	0.400	23.4	-2.7
2 октября 2067 г.	0.397	23.6	-2.7
1 сентября 2082 г.	0.374	25.1	-2.9
31 июля 2097 г.	0.382	24.5	-2.8



Видимые пути Марса, Урана (вверху) и Нептуна среди звезд в июле – сентябре 2003 г.

В августе 2003 г. в противостояние с Солнцем вступят еще две большие планеты Солнечной системы – **Уран** и **Нептун**. Как известно, они менее яркие, чем Марс, и для их поисков необходим бинокль или телескоп. Уран будет находиться в созвездии Водолея рядом с Марсом, который станет главным ориентиром при поисках Урана. Уран (блеск 5.7^m) без труда можно будет обнаружить в любой бинокль. Нептун (блеск 7.8^m) будет находиться западнее Марса и Урана в созвездии Козерога. При поисках этих планет воспользуйтесь представленными здесь звездными картами со звездами до 8^m.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ ИЮЛЯ И АВГУСТА

Во второй половине лета наступает период активности сразу нескольких больших и малых метеорных потоков. С середины июля возрастет активность семейства потоков **Каприкорнид** и июльских **Акварид**, содержащего, наряду с несколькими малыми потоками с активностью порядка 5 метеоров в час, один большой поток – Южных δ -Акварид. Его радиант находится в созвездии Водолея ($\alpha = 339^\circ$, $\delta = -16^\circ$). Максимум потока δ -Акварид, ожидаемый 28 июля, практически совпадает с новолунием, что создаст благоприятные условия для наблюдений.

Максимум самого известного метеорного потока – **Персеид** ($\alpha = 469^\circ$, $\delta = +58^\circ$) – наступит 13 августа. Он будет наблюдаться в лунную ночь, что ухудшит условия видимости слабых метеоров. Однако данный поток будет активен в течение практически всего августа.

О.С. УГОЛЬНИКОВ

Информация

Планета в двойной звезде

Астрономы обсерватории Макдоналда (США) Арти Хатзес, Билл Кокхран и их коллеги работают над проектом “Поиск планет”. Они обнаружили первую планету в двойной системе γ Цефея, расположенной на расстоянии около 45 св. лет от Солнца.

Звезда, вокруг которой обращается найденная планета, – третьей величины, т.к. она видна невооруженным глазом. Но даже сильные телескопы не в состоянии расщепить ее свет на два отдельных луча.

Главный компонент системы γ Цефея в 1.59 раза превос-

ходит Солнце по массе, а его планета в 1.76 раза массивнее нашего Юпитера и находится на расстоянии 2 а.е. от звезды. Вторая, относительно небольшая, звезда системы отстоит на 28–30 а.е. от главной (что близко к расстоянию между Ураном и Солнцем).

Астрономы и раньше встречали планеты в двойных системах, но там звезды находились в сотни раз дальше друг от друга, чем в γ Цефея, что позволяло считать их влияние на свои планеты полностью независимым. Новое открытие заставляет пересмотреть оценки возможного числа планет в нашей галактике, т.к. большинство звезд в ней, в отличие от Солнца, – кратные.

Кокхран начал наблюдать γ Цефея с помощью 2.7-м телескопа обсерватории Макдоналд в 1988 г. Еще ранее канадская группа астрономов для изучения этой звезды использовала канадо-франко-гавайский телескоп.

В итоге период наблюдений составил 20 лет.

“Мы решили, что имеем дело с планетой, потому что вариации были очень устойчивыми все 8 полных циклов, – сказал Кокхран. – Сама звезда не могла бы варьировать так точно в течение всех 8 циклов на протяжении 20 лет. Наша техника включает несколько хороших индикаторов звездной переменности, а наблюденная переменность не могла быть приписана ни одному из вариантов. Единственный логический вывод – здесь планета”.

Работа по программе “Поиск планет” началась в 1987 г. Отслеживалось 180 близких солнцеподобных звезд для поиска планет, подобных Юпитеру. Кроме γ Цефея, удалось зафиксировать планеты у звезд 16В Лебеда и ϵ Эридана.

McDonnald Observatory
News Release, 2002

Необычный телескоп Пулковской обсерватории

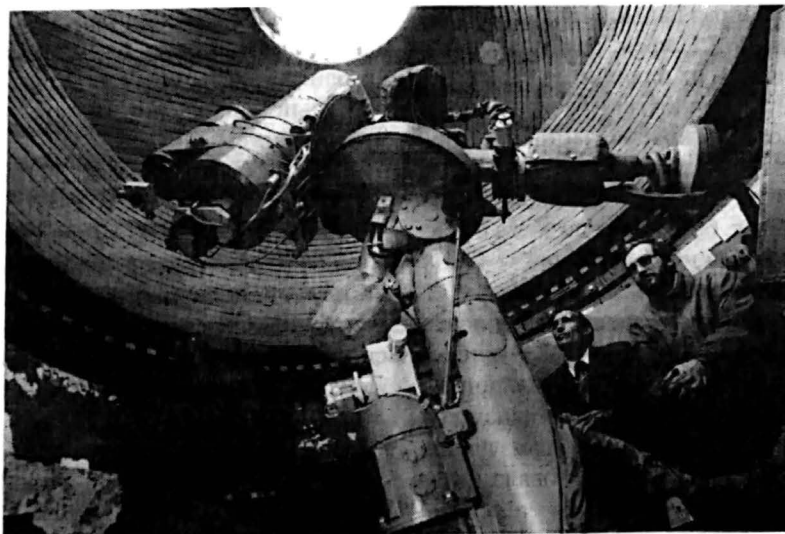
Несколько лет назад в Пулковской обсерватории установили мой любительский телескоп — зеркальный астрограф ЗА-320 (Земля и Вселенная, 1996, № 3). С тех пор прошло более шести лет, а я на протяжении этого времени поддерживаю деловые контакты с группой астрономов, ведущих наблюдения на этом телескопе. Мне, как любителю астрономии, это приносит большое удовлетворение. Особенно радует, что к настоящему времени телескоп превратился в современный высокоточный инструмент.

Уникальность телескопа заключается в том, что он полностью автоматизирован, имеет систему наведе-

дения на небесный объект и может управляться дистанционно из любого, в том числе и отапливаемого помещения. Система наведения позволяет по заданной программе наводиться на небесный объект, отслеживать его и фиксировать световые потоки, что избавляет астронома-наблюдателя от массы рутинной работы, подчас не являющейся астрономической. Управление из теплого помещения дает возможность вести наблюдения в достаточно комфортных для астронома условиях. В настоящее время это единственный в своем роде телескоп среди имеющихся в Главной астрономической обсерватории РАН.

Естественно, любительский телескоп не мог удовлетворить серьезным требованиям, предъявляемым к профессиональным телескопам для научных наблюдений, поэтому были начаты работы по его модернизации. Вначале проводились усовершенствование имеющейся монтировки, часового механизма и ряд других мероприятий, направленных на доведение телескопа до современного уровня. Но, к сожалению, они не дали ожидаемых результатов. Дело существенно продвинулось, когда к работе подключилась группа астрономов, руководимая старшим научным сотрудником кандидатом физико-математических наук Александром Вячеславовичем Девяткиным.

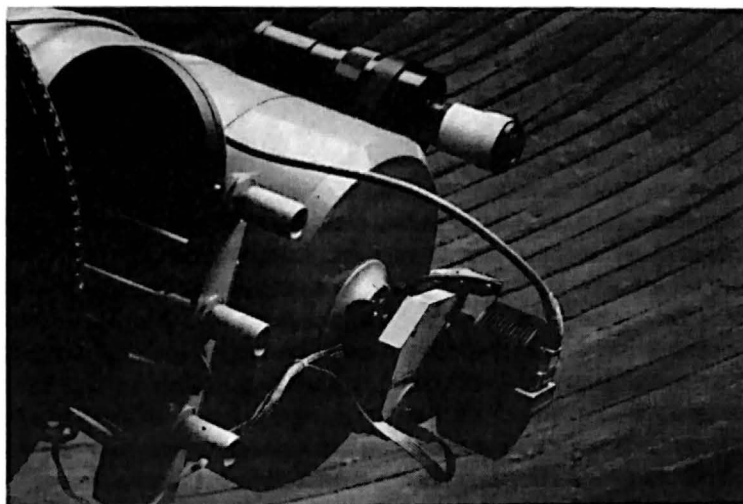
Модернизацию телескопа провели сотрудники Пулковской обсерватории. К работе были привлечены конструктор А.П. Кулиш, специалисты в области электроники В.Б. Рафальский и В.С. Виноградов, программное обеспе-



Зеркальный астрограф ЗА-320 Пулковской обсерватории. У телескопа Р.Х. Бекашев и А.В. Девяткин.

чение разработано В.В. Куприяновым и Э.В. Корниловым. Электронные узлы и оборудование изготавливались в Отделе нестандартной астрономической техники обсерватории (заведующий А.П. Кулиш) и Отделе приборов ГАО РАН, механические узлы монтировки – в мастерских обсерватории (начальник А.А. Ильин). Автор этой статьи принимал участие в создании первоначального, любительского варианта указанного телескопа и в его модернизации на ранних этапах.

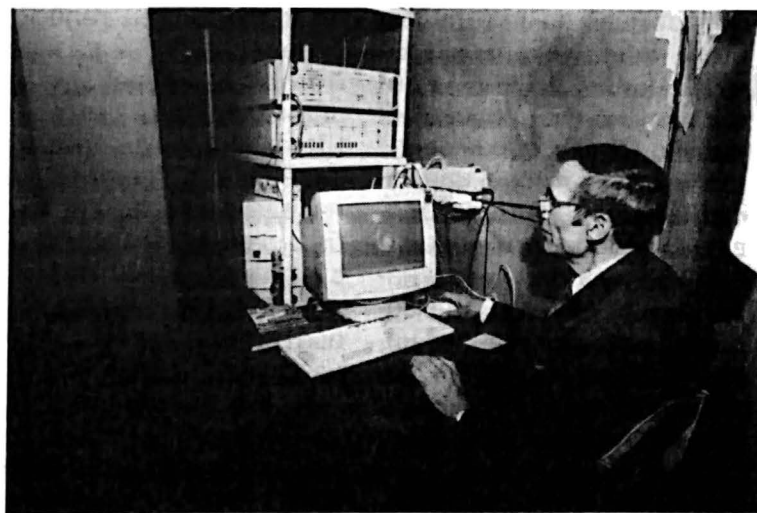
Постепенно любительскую монтировку заменили на заводскую, разработали блок часового движения, в котором опорная частота для электродвигателя по часовому углу задается кварцевым генератором. В качестве приемника излучения стала использоваться ПЗС-матрица. Но самое существенное – был автоматизирован весь процесс управления телескопом. В распоряжении пулковских астрономов оказался телескоп средней силы, пригодный для проведения серьезных наблюдений. В зеркальном астрографе ЗА-320 используется классическая кассегреновская схема. Основные параметры оптической схемы телескопа: световой диаметр глав-



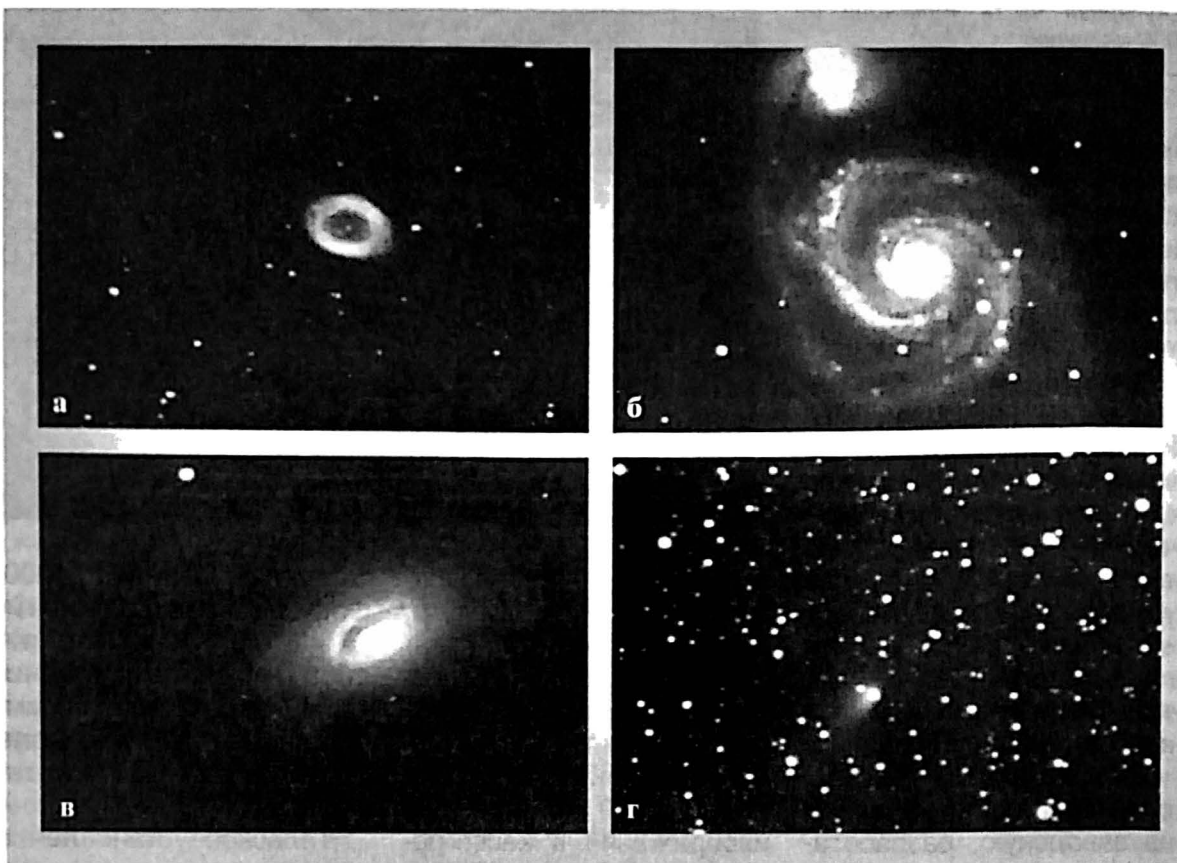
ного зеркала – 320 мм, радиус кривизны – 1340 мм; диаметр вторичного зеркала – 95 мм, радиус кривизны – 388 мм; относительное отверстие – 1 : 10; эквивалентное фокусное расстояние – 3170 мм; масштаб изображения в кассегреновском фокусе – 65"/мм; теоретическое визуальное разрешение в центре поля – 0.46"; визуальная проницающая способность – 13^м; ПЗС-матрица – 18^м. Телескоп снабжен гидом 150 мм, менисковым рефлектором системы Кассегрена и искателем – менисковым телескопом на базе

телеобъектива МТО-1000. Фокусное расстояние гида – 2000 мм и искателя – 1000 мм, диаметр главного зеркала гида – 150 мм, искателя – 100 мм; поле зрения гида – 35', искателя – 2.5°.

Телескоп установлен в типовом двухъярусном павильоне. Управление отдельными узлами монтировки телескопа, часовым приводом, приемником излучения, а также элементами купола павильона осуществляется дистанционно с помощью персонального компьютера IBM PC Pentium III. С пульта уп-



Автор за пультом управления телескопа ЗА-320.



правления можно поворачивать купол в нужном направлении, открывать его створки, наводить телескоп на выбранный объект и производить экспонирование изображения на ПЗС-матрицу. Компьютерная программа управляет всем процессом наблюдений: от наведения телескопа на небесный объект, определения длительности экспозиции до обработки полученного изображения.

Автоматизированная система наведения позволяет устанавливать координаты выбранного для наблюдений объекта с высокой точностью. Ошибка наведения телескопа по прямому восхождению и склонению не превышает $\pm 30''$. Точное наведение на небесный объект произво-

дится методом последовательных приближений. Для этой цели разработана компьютерная программа, суть которой заключается в следующем. Выставляемые экваториальные координаты объекта наблюдений сопоставляются с теми, по которым в данный момент наведен телескоп, определяется их разность и затем она переводится в шаги шагового двигателя. Шаговыми двигателями приводов грубого и тонкого наведения телескопа отрабатываются эти шаги. Достаточно, как правило, двух корректировок, чтобы правильно навести трубу на объект. Заключительным этапом модернизации телескопа будет подключение его систем к Интернету, что откроет путь к

ПЗС-изображения, выполненные с помощью телескопа ЗА-320: а) планетарная туманность М57 Кольцо в созвездии Лиры, б) галактика М51 в созвездии Гончих Псов, в) галактика М64 в созвездии Волосы Вероники, г) комета 2001 OG108.

сотрудничеству с астрономами мира.

Научная программа исследований, проводимых с помощью телескопа ЗА-320, включает в себя позиционные наблюдения спутников планет, астероидов, комет, фотометрические наблюдения указанных объектов, а также звезд и звездных скоплений.

Р.Х. БЕКЯШЕВ,
кандидат
технических наук

Очередное пробуждение Этны

*Кто не знает Этны, этого грозного
вулкана, этого патриарха
огнедышащих гор Старого Света!*

Гарун Тазиев

Вулкан Этна давно известен жителям Европы, величающим его “патриархом”. Геологи установили, что он начал действовать еще в третичном периоде, более 2.5 млн. лет назад.

**САМЫЙ ИЗВЕСТНЫЙ ВУЛКАН
ЕВРОПЫ**

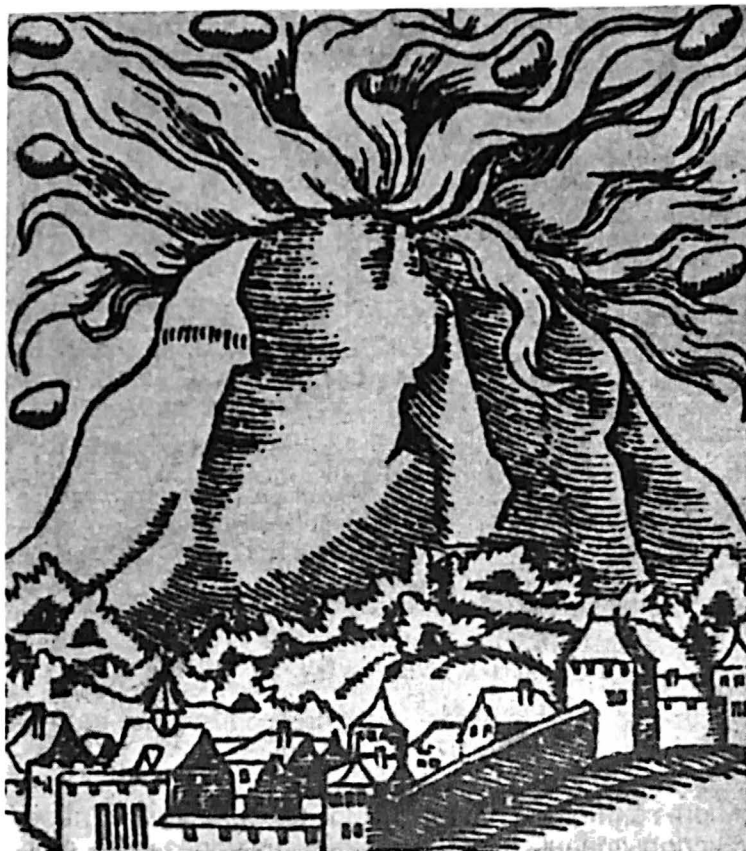
Древнегреческий врач, философ и оратор Эмпедокл из Акраганта, живший в V в. до н.э., был первым, кто провел научные наблюдения за одним из ранних извержений Этны, записав результаты на провощенных табличках. Для своих наблюдений он поселился совсем недалеко от кратера, на высоте около 3 тыс. м над уровнем моря. Это место и по сей день называется Торре Философо (Башня философа). Согласно легенде, почувствовав приближение смерти, мыслитель бросился в кратер

вулкана, с которым теперь связано его имя.

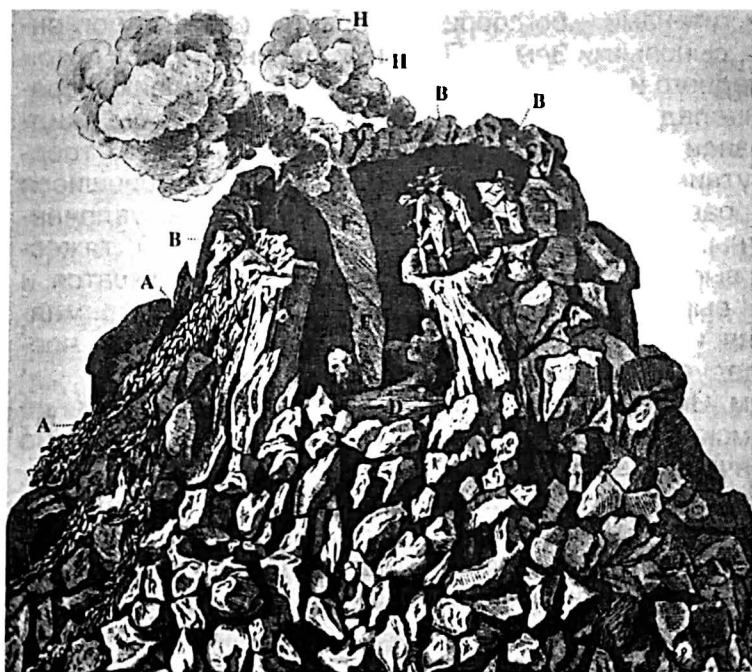
Сделанные Эмпедоклом описания, по-видимому, использованы анонимным автором древнеримской поэмы “Этна”. В ней рассказан миф о победе Юпитера над восставшими титанами – богоборцами, сыновьями Земли. Последнего из них, по имени Энцелад (так же, кстати, назван покрытый льдом спутник Сатурна), Юпитер отправил умирать в недра Этны. При попытках титана высвободиться из жерла вырывались фонтаны огня и изливалась лава. Следуя, очевидно, взглядам Эмпедокла, древнеримский поэт считал, что причина извержения – насыщение раскаленными газами, поднимающимися из глубин каменной оболочки Земли. Вот как сообщает об этом древняя поэма: “... пылающие массы надвигаются: перед ними в беспорядке катят-

ся бесформенные каменные глыбы... жидкий камень кипит все сильнее и сильнее и, наконец, переливается через край, и огненный поток несет волны вниз по склонам холмов... Ничто не может преградить ему путь и повернуть вспять эту огненную лавину... И вот поток цепенеет в своих берегах... Охлаждаясь, жидкая масса густеет, твердеет... А вздыбившиеся огненные глыбы, увлеченные собственной тяжестью, с грохотом рушатся, и тучи осколков устремляются в раскаленное чрево...”

С начала нашей эры до 1669 г. зарегистрировано более 70 крупных извержений, но как раз на этот год пришлось сильнейшее из них, продолжавшееся четыре месяца. Тогда из кратера изверглось 830 млн. м³ глубинных пород и погибло около 100 тыс. человек. XX в.



Одно из первых изображений Этны. С гравюры Себастьяна Мюнстера. XVI в.



Вулкан Этна. С французской гравюры XVIII в.

отмечен двенадцатью извержениями разной силы. И вот первое пробуждение Этны в XXI столетии...

СИЛЬНЕЙШЕЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ ЗА 400 ЛЕТ

Все началось еще летом 2001 г. В июле и августе на склонах горы произошло несколько сильных взрывов, а затем более 10 месяцев Этна вела себя довольно мирно: лишь слегка дымились четыре кратера на вершине. Но с начала июля 2002 г. было замечено оживление северо-восточного кратера, из которого временами стали вылетать вулканические бомбы.

Активность вулкана постепенно возрастала, и 12 сентября 2002 г. взрывы стали следовать один за другим с интервалом всего 2–3 мин. Взлетающие в воздух сгустки раскаленной лавы долетали до соседнего кратера, пребывавшего пока в "дремоте", из него поднимались лишь густые коричневые облака.

Через 10 суток северный склон Этны внезапно содрогнулся от землетрясения с магнитудой 3.7, за которым последовал период затишья. Показалось, что цепь бурных событий завершилась. Но в конце октября появились сообщения о том, что извержение Этны возобновилось.

Вечером 26 октября возник рой мелких подземных толчков, обычно предвещающих землетрясение. Наблюдатели из Клермон-Ферранского университета (Франция), расположив-

шиеся с приборами на высоте 1816 м, спешно покинули свое убежище. И вовремя, потому что на следующий день из свежей трещины стали вздыматься огненные фонтаны жидкой лавы. Вслед за первой одна за другой новые трещины вспарывали склон, спускаясь к дороге. Самая большая из них возникла на высоте 2700 м, рядом с древним конусом Фрументо-Супино. Находившиеся поблизости итальянские исследователи из Университета Катании наблюдали за всплеском двух лавовых фонтанов и мощным выбросом тучи пепла, которую ветер унес на юг. Грохот и подземные толчки ощущали жители городка Ачиреале, расположенного у южного подножья Этны.

27 октября из жерла вулкана вырвались огненные фонтаны пепла, потоки лавы потекли по южному и восточному склонам горы, сжигая уникальные рощи знаменитых пиний — сосен с зонтообразной кроной. Нежно-голубое, почти всегда безоблачное небо почернело, когда гигантское облако вулканического пепла распростерлось над островом и протянулось до африканского побережья.

Земля при этом содрогалась от множества подземных толчков силой до



4.5 балла по шкале Рихтера. В Сицилии было объявлено чрезвычайное положение. Тысячи жителей покинули свои жилища. Многие дома в селениях, туристические базы и горнолыжные трассы на склонах были сметены огненными реками. За трое суток обильного пеплопада на улицах сицилийской столицы города Катания отложилось около 2.5 кг пепла на каждом квадратном метре. Был закрыт главный аэропорт Сицилии. Направление ветра переменялось, и пепел засыпал населенные пункты к северо-востоку от вулкана, включая город Реджоди-Калабрия, расположенный на самом "носке сапога" Апеннинского полуострова. Местный аэропорт был также закрыт.

Наступление стихии продолжалось и в ноябре. Возобновились взрывы на высоте 2700 м. Практически полностью разрушен небольшой городок Сан-Веперина с населением 7 тыс. чел., около 1 тыс. его жите-

лей остались без крова. Соседний город с характерным названием Лингваглосса ("Язык лавы") окружили канавами, по которым лава должна была его обогнуть. Для защиты города с помощью целой армии бульдозеров соорудили заградительные валы.

Около 900 побочных кратеров зияют близ вершины Этны как памятники бурного прошлого сицилийского вулкана. Любой из них может неожиданно пробудиться. Своеобразием извержений Этны считают редко встречающееся сочетание излияния жидкой лавы (гавайский тип вулканизма) со взрывами, образующими все новые и новые кратеры (страмболийский тип). Эти особенности характеризовали и извержение конца 2002 г.

Периодичность пробуждений Этны, кажется, изменилась. Считалось, что вулкан просыпается в среднем раз в столетие. Но предыдущее извержение, очень сильное, про-

изошло всего десять лет назад, в 1992 г. Тогда потоки лавы спустились почти до самого подножья горы, заставив людей покинуть свои жилища. Они вернулись, решив, что вулкан “заснул”, по крайней мере, на несколько десятилетий. Но уже в прошлом году он слегка напомнил о себе выбросом пепла, а в конце года разбушевался в полную силу.

Только в начале декабря Этна успокоилась: выбросы лавы прекратились, а излившиеся потоки застыли, превратив яркий южный ландшафт, окружавший гору, в безжизненную пустыню. Урон от извержения – несколько миллионов евро.

Сейчас эту местность оживляют лишь постройки наблюдательной станции, созданной еще в начале

XIX в. в ста шагах от того места, где жил Эмпедокл. Ученые из регионального отделения Национального института геофизики и вулканологии (г. Катания) внимательно следят за поведением самого известного в Европе вулкана, но точно назвать дату нового катаклизма они пока не могут.

*В.А. МАРКИН,
Б.И. СИЛКИН*

Информация

Всемирная сейсмическая сеть

Сейсмологи регистрируют упругие волны, порождаемые землетрясениями, и анализируют записи, чтобы, находясь вдалеке, определять место и силу событий, а также ориентацию плоскости, в которой произошел разрыв земной коры. Кроме того, информация о множестве землетрясений дает возможность построить трехмерную модель внутренних областей нашей планеты, по которым проследовали упругие сейсмические волны. Подобные наблюдения ведутся в различных пространственных масштабах – от локального до глобального, в зависимости от магнитуды толчка и цели исследования. Сбор сейсмических данных важен для обнаружения ядерных взрывов в соответствии с международным Договором о всеобщем запрещении испытаний ядерного оружия.

Наблюдательная сейсмология – наука сравнительно молодая. Первые сейсмографы, способные с высокой точностью регистрировать движения земной поверхности и время, когда они произошли, были созданы лишь 100 лет назад. Развертывание первой стандартизированной глобальной системы приборов – “WWSSN” (World Wide Standard Seismic Network – Всемирная стандарт-

ная сейсмическая сеть) – относится к началу 60-х гг. Они вели аналоговую регистрацию событий (запись их следов на фотобумаге). Лишь в середине 1970-х гг. ее начала заменять цифровая регистрация.

Полученные данные хранились и обрабатывались в местных обсерваториях, но затем специалисты приступили к созданию всемирной системы. Теперь вся информация подлежит обмену с помощью современных средств связи – искусственных спутников Земли и цифровых телефонных линий Интернета.

В 70-х гг. стало возможно надежно количественно оценивать и определять механизм очага наиболее крупных (с магнитудой более 5) землетрясений. К началу 80-х гг. было накоплено достаточно записей, чтобы систематически анализировать глобальные процессы разрядки напряжений в земной коре, а также приступить к глобальному томографическому исследованию строения глубинных недр Земли.

Применение в сейсмологии цифровых методов инициировано программой Международного геофизического года (1957–59 гг.) и Международным проектом “Верхняя мантия Земли” (1960–70 гг.). В ряде стран началась установка комплектов высококачественных цифровых приборов, совершенствовались имеющиеся аналоговые короткопериодические сети. Это позволило организовать наблюдения за землетрясениями.

Развитию сейсмологии способствует система с широкополосной цифровой полосой регистрации событий, которая способна фиксировать сигналы мельчайших движений зем-

ной коры различных амплитуд и частот, очищенные от фоновых шумов. Теперь уже не столько качество данных, сколько их пространственное разрешение, централизованное хранение и длительность ряда наблюдений помогают понять динамику твердого тела Земли и механизм возникновения в нем мощных толчков.

Точность определения источника, породившего землетрясение, и горизонтальной неоднородности среды, преодолеваемой сейсмическими волнами, прямо зависит от расположения приемных устройств. В начале 80-х гг. первые томографические исследования опирались на 10–20 станций, расположенных случайно. Сегодня же (по крайней мере, на суше) большая часть каждого участка площадью 2 × 2 тыс. км оснащена хотя бы одной цифровой станцией. Для того чтобы вскрывать региональные неоднородности строения недр и точно обнаруживать очаги землетрясений, приборы нужно расположить в десятках или хотя бы в сотнях километров друг от друга. Изучение механизма сильных толчков в урбанизированных районах требует большей плотности станций. Из всех стран к такому уровню сегодня приближается лишь Япония.

Методы томографии позволяют геофизикам “заглянуть” в недра планеты. Но только непрерывные длительные (на протяжении десятилетий) наблюдения позволяют создать адекватную картину глобальной сейсмичности.

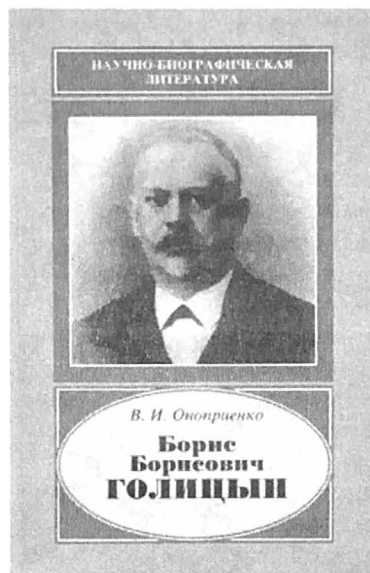
Science, 2001, 293, 615, 687

У истоков российской сейсмологии

В серии "Научно-биографическая литература" вышла в свет монография В.И. Оноприенко "Борис Борисович Голицын (1862–1916)" (М., Наука, 2002).

Написать о таком разностороннем исследователе и крупном общественном деятеле – весьма трудная задача, но В.И. Оноприенко, автор ряда вышедших в издательстве "Наука" научных биографий, блестяще справился с ней. Б.Б. Голицын представлен не только как один из основоположников геофизики и сейсмологии, особенно сейсмометрии, конструктор наиболее совершенных в начале XX в. сейсмографов, но и как крупный организатор науки, лидер российских геофизиков.

Б.Б. Голицын родился 18 февраля 1862 г. в Санкт-Петербурге в семье кавалергарда князя Бориса Николаевича Голицына, офицера Генерального штаба, впоследствии предводителя дворянства Новооскольского уезда Курской губернии. Получив общее образование дома и в частной школе, в 1876–80 гг. он учился в Морском училище в Петербурге, затем служил гардемаринном на флоте, в 1884–86 гг. он – студент гидрографического отделения Морской академии в Петербурге; в 1887–90 гг. учится в Страсбургском университете, где в 1890 г. получил ученую степень доктора фило-

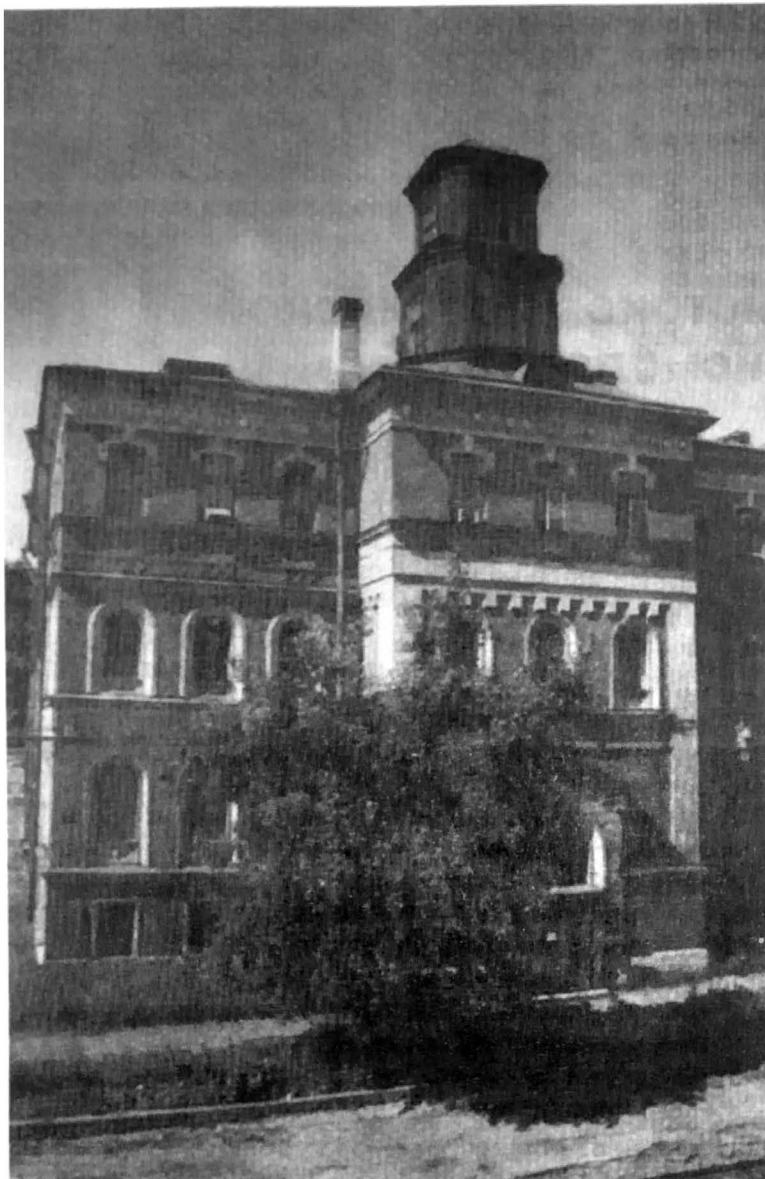


софии, защитив диссертацию по молекулярной оптике "О законе Дальтона".

В 1891–94 гг. Б.Б. Голицын – приват-доцент Московского университета, одновременно он исполняет обязанности экстраординарного профессора на кафедре физики Юрьевского университета (ныне г. Тарту). В этот период он выполняет ряд работ по физике диэлектриков и теории чернотельного излучения, первым вводит в научный оборот ряд соотношений, в неявной форме содержащих закон смеще-

ния Вина и уравнение Рэлея–Джинса. Поскольку диплом, полученный в Страсбурге, требовал подтверждения в России, он защищает новую диссертацию – "Исследования по математической физике". В 1893 г. она получила отрицательный отзыв профессора А.Г. Столетова, но, несмотря на это, князь Б.Б. Голицын был избран адъюнктом кафедры физики Императорской академии наук (ИАН) и одновременно – директором Физического кабинета ИАН, а в декабре 1898 г. (через два года после смерти А.Г. Столетова) – экстраординарным академиком ИАН.

Автор книги справедливо утверждает, что суть драмы с диссертацией Б.Б. Голицына заключалась совсем не в содержании работы – он попал в полосу борьбы научных группировок на физико-



Здание Главной физической обсерватории, в которой работал Б.Б. Голицын.

ний. Это понял Голицын, ставший членом Постоянной центральной сейсмической комиссии ИАН с момента ее основания в 1900 г. Через два года он разработал гальванометрический метод регистрации сейсмических колебаний и спроектировал подвижную платформу для исследования сейсмических приборов. В 1903 г. зарегистрирована модель сейсмографа с электромагнитным затуханием – главное изобретение ученого. Эти сейсмографы устанавливают у себя большинство сейсмостанций Европы: в Париже, Брюсселе, Страсбурге, Франкфурте, Эдинбурге, Будапеште...

А Голицын тем временем создает метод определения координат и азимута очага землетрясения по измерениям на одной сейсмостанции. Он исследует проблемы внутреннего строения Земли, возможности предсказания землетрясений, разрабатывает метод оценки

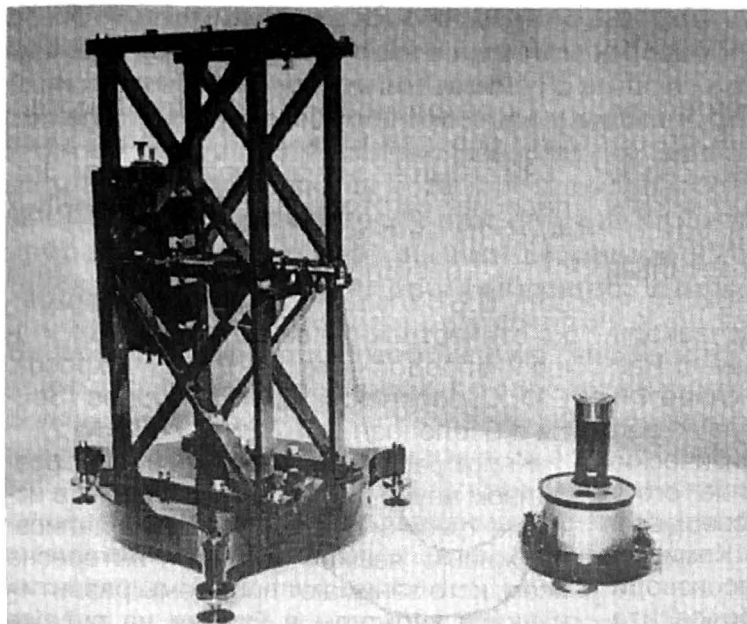
математическом факультете Московского университета. Нельзя недооценивать и неприязнь разночинной интеллигенции к представителям родовой аристократии (Голицын был близким другом президента Императорской академии наук великого князя Константина Константиновича). Впрочем, для решения физических проблем, поднятых в диссертации Голицына, тогда еще не прошло время.

Он оказался востребован на новом научном направлении – в науке о землетрясениях. Сейсмология зародилась в середине XIX в., но ее развитие тормозилось недостаточностью точных измере-

ки магнитуды подземных толчков.

В 1906 г. Б.Б. Голицыным основана в Пулково Центральная сейсмическая станция. Через два года он становится ординарным академиком ИАН, в 1911 г. – Президентом Международной сейсмологической ассоциации.

Опубликованные в 1912 г. "Лекции по сейсмометрии" Б.Б. Голицына становятся на годы настольной книгой исследователей землетрясений; к ней обращается уже не одно поколение сейсмологов. К этому времени ее автор проявил себя и как прекрасный организатор. По существу, им была реорганизована вся система сейсмической службы Россий-



Апериодический горизонтальный сейсмограф Голицына с гальванометрической регистрацией.

Особенно хочется обратить внимание на главы книги, повествующие о начальном периоде жизни Б.Б. Голицына, которые раскрывают процесс интеллектуального и нравственного становления будущего ученого на фоне событий русской истории. Ему было суждено родиться в семье, принадлежащей к высшей аристократии Российской Империи. С детства принятый в цар-

ской Империи. С 6 мая 1913 г. он — директор Главной физической обсерватории ИАН.

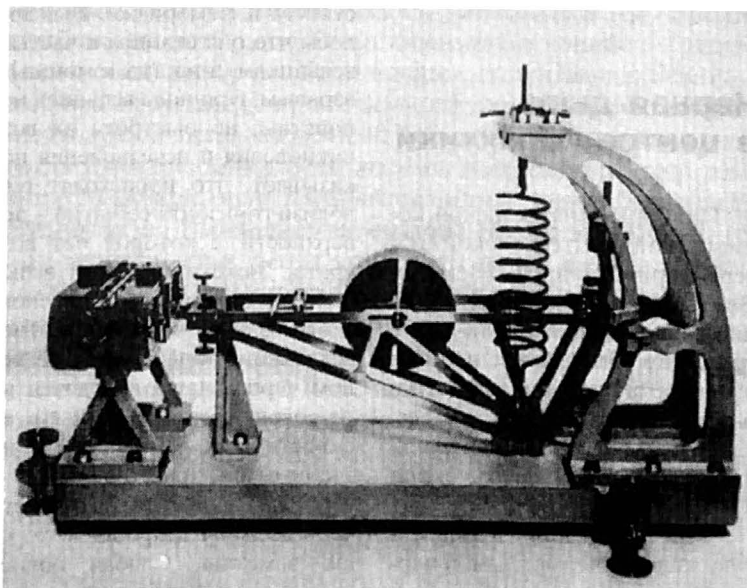
Академик Голицын получил признание и за рубежом. Он избран почетным членом Франкфуртского физического общества, членом-корреспондентом Геттингенской академии наук, иностранным членом Лондонского Королевского Общества.

Организаторский талант и большой общественный авторитет позволили ему в труднейших условиях первой мировой войны организовать работу Главного военно-метеорологического управления, которое он и возглавлял до своих последних дней.

Жизнь выдающегося ученого оборвалась на 55-м году. 16 мая 1916 г. в Новом Петергофе Б.Б. Голицын скончался от воспаления легких. Он похоронен в Петрограде в Александро-Невской лавре.

С детства принятый в царствующей семье, он — товарищ в играх великих князей. Обучаясь первоначально на морского офицера, он был воспитан в духе высокого патриотизма, и эту черту характера сохранил до конца жизни.

В книге показано, как нелепости российской действительности, тормозившие военно-морскую карьеру Голицына и воздвигавшие перед ним искусственные препятствия, когда он захотел получить университетское образование в России, заставили его принять нелегкое



Общий вид апериодического вертикального сейсмографа Голицына, установленного на Пулковской сейсмической станции.

решение оставить флотскую службу, выйти в полную отставку и уехать учиться за границу.

Важно, что, несмотря на скептицизм, первоначально некую отчужденность научного сообщества и историю с диссертацией, Б.Б. Голицыну удалось доказать: его избрание в Академию оправдано.

Автор рецензируемой книги детально и весьма полно отражает научную, научно-организаторскую и преподавательскую деятельность Б.Б. Голицына. Рассматривается и его работа во главе Физического кабинета Академии наук: расширение проводимых в нем физических исследований и преобразование его в Физическую лабораторию. Освещается роль Голицына в организации Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС). Председателем Совета КЕПС был избран В.И. Вернадский, а Б.Б. Голицын стал товарищем (заместителем) председателя.

Специальная глава книги посвящена общественной и государственной деятельности Б.Б. Голицына – одного из уч-

редителей и организаторов в 1907 г. Петербургского клуба общественных деятелей.

По рекомендации С.Ю. Витте высочайшим повелением князь Голицын 13 мая 1899 г. был назначен управляющим Экспедицией изготовления государственных бумаг (ныне Гознак).

Но, безусловно, важнейшей была роль Б.Б. Голицына как основоположника отечественной сейсмологии. Его ученики и продолжатели – В.Н. Никифоров, Е.Ф. Саваренский, Г.А. Гамбурцев (Земля и Вселенная, 2002, № 1; 2003, № 2).

Книга рассказывает о человеке, преданном науке, вписавшем свое имя в историю физики и геофизики. Она написана живым языком и будет интересна всем, кого занимают проблемы развития науки и культуры в России на рубеже XIX–XX вв.

А.В. КОЗЕНКО,

*доктор физико-математических наук
Объединенный институт
физики Земли им. О.Ю. Шмидта*

Информация

Черная дыра в центре Галактики

Приборы американской космической рентгеновской обсерватории “Чандра” (Земля и Вселенная, 2000, № 4) в течение двух недель следили за источником SgrA*, размещенным в центре нашей Галактики на расстоянии около 26 тыс. св. лет. Его отождествляют с центральной черной дырой массой около $3 \times 10^6 M_{\odot}$.

“Мы проследили повседневную жизнь супермассивной чер-

ной дыры так тщательно, как никогда не случилось прежде”, – сказал Ф. Баганов из Массачусетского технологического института в Кембридже. Выяснилось, что она склонна к частым вспышкам, а иногда к мощным взрывам. Причины вспышек непонятны, но быстрота их возникновения и исчезновения показывает, что происходят они вблизи горизонта событий – поверхности, с которой нет возврата. Даже в моменты вспышек интенсивность рентгеновского излучения остается относительно слабой. Так что в целом черная дыра находится на “суровой диете”. Взрывы в ее окрестностях разогнали газ на значительные расстояния.

Следы большей активности черной дыры в прошлом хорошо заметны. Слабая полоса

рентгеновских лучей длиной около 1 св. года обнаружена на расстоянии 1.5 св. года от SgrA*. Полоса направлена от него, и она может быть джетом – потоком частиц, удаляющихся со скоростью, близкой к световой, от горизонта событий. В большем масштабе обнаружены огромные лопасти газа, нагретого до 20×10^6 K, простирающиеся на десятки световых лет. Они свидетельствуют, что мощные взрывы вблизи SgrA* случались несколько раз за последние 10 тыс. лет. А всего в окрестностях центра Галактики найдено около 2 тыс. рентгеновских источников.

По материалам NASA
(пресс-релиз № 03-002,
6 января 2003 г.)

Ф.СП-I

АБОНЕМЕНТ**70336**

(индекс издания)

на газету
на журнал**Земля и Вселенная**

(наименование издания)

Количество
комплектов

на ____ год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА**70336**

(индекс издания)

на газету
на журнал

ПВ

место

литер

Земля и Вселенная

(наименование издания)

Стои-
мостьподписки
пере-
адресовки____ руб. ____ коп.
____ руб. ____ коп.Количество
комплектов

на ____ год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу зеленого цвета “Пресса России” (II полугодие 2003 г., с. 234) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом астрономии Г.Н. Яшина
Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин

Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Мл. редактор Л.В. Рябцева
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 07.03.2003. Подписано в печать 29.04.2003. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Офсетная печать Уч.-изд. л. 11.3 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отт. 7.9 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 842 экз. Заказ № 7172

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91
Учредители: Президиум РАН,
Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,
Академиздатцентр “Наука”

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароновский пер., 26
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Отпечатано в ППП “Типография Наука”
121099 Москва, Шубинский пер., 6



